

# PERIODICA POLYTECHNICA

**ELECTRICAL ENGINEERING — ELEKTROTECHNIK**

VOL. 5 \* No. 3 \* 1961



---

POLYTECHNICAL UNIVERSITY  
TECHNISCHE UNIVERSITÄT  
BUDAPEST  
HUNGARY — UNGARN

## PERIODICA POLYTECHNICA

Contributions to international technical sciences published by the Polytechnical University, Budapest (Hungary)

Originalbeiträge zur internationalen technischen Wissenschaft, veröffentlicht von der Technischen Universität, Budapest (Ungarn)

## PERIODICA POLYTECHNICA

includes the following series

enthält folgende Serien

*Engineering*  
*Electrical Engineering*  
*including Applied Physics*  
*Chemical Engineering*

*Maschinen- und Bauwesen*  
*Elektrotechnik und angewandte Physik*  
*Chemisches Ingenieurwesen*

The issues of each series appear at quarterly intervals

Einzelnummern der genannten Serien erscheinen vierteljährlich

---

CHAIRMAN OF THE EDITORIAL BOARD — HAUPTSCHRIFTLEITER

**Z. CSÜRÖS**

EDITORIAL BOARD — SCHRIFTLEITUNG

**I. BARTA, T. ELEK, L. ERDEY, O. P. GESZTI, L. GILLEMOT, J. GRUBER, I. KOVÁCS,  
Á. MACSKÁSY, G. SCHAY, K. TETTAMANTI**

EXECUTIVE EDITOR — SCHRIFTLEITER

**J. KLÁR**

---

*The rate of subscription to a series is \$ 4,00 a year. For subscription or exchange copies please write to*

*Jahresabonnement pro Serie: \$ 4,00. Bestellungen und Anträge für Tauschverbindungen sind zu richten an:*

## PERIODICA POLYTECHNICA

BUDAPEST 62, POB 440



# DEVELOPMENT PROBLEMS OF TELEPHONE EXCHANGES

By

L. KOZMA

Department of Telecommunication, Polytechnical University, Budapest

(Received October 24, 1960)

## I. Introduction

The characteristic feature of the telephone service of a large city area is that traffic is handled by a number of main exchanges capable of serving *ten to thirty thousand* subscribers, and by satellites of an overall capacity of 1000 to 4000 subscribers. The main exchanges are interconnected by a system of trunks. In a city area well provided with telephones in the centre, telephone density may amount to as much as 1000 to 2000 subscribers to the sq. kilometre. On the other hand, this density tends to decrease with the increase of the distance from the focal point of the city, so that towards the suburbs telephones become gradually rarer. Consequently, the area served by the exchange, and with this the average length of a subscriber's loop may be held on a satisfactorily low value only if the capacity of the exchange has been chosen sufficiently small. Such exchanges of moderate capacity are called satellites. Satellites are co-ordinated to a main exchange, and are connected by trunks *only* with their parent main exchange. Another characteristic of these satellites is that the rate of calls put through to subscribers within their own area is relatively low, and therefore in the majority of cases the calls initiated in the area of the satellite, or destined to it, are built up over the main exchange.

Unless the number of transit exchanges is raised, the number of trunk groups will tend to increase with the growth of the number of main exchanges. On the other hand, with the growth of the number of groups of trunks the traffic for each group tends to drop, so that with it *the rate of efficiency of the trunks also drops*. If, however, the trunks are connected in tandem, dependent on whether or not the system operated is of the register type, difficulties may crop up as regards pulsing, and the devising of an appropriate numbering scheme. In modern Rotary type equipment the building up of a transit connection may require as much as *one to three seconds*, a span of time which may extend the period needed for putting through the call unreasonably.

With the technical means now available in the field of telephony the chances of *improving the service conditions are practically nil*. Consequently, the costs of running a telephone system on this basis are comparatively high.

When now the costs of a network operated with Rotary type equipment and of an order of magnitude of about *two hundred thousand subscribers* (this is about the capacity of the Budapest telephone area) are made the subject of study then it will be found that the costs to be redeemed are composed of the following items:

Subscriber's telephones .....	5 per cent
Exchange equipment .....	25 per cent
Network .....	55 per cent
Maintenance, general running expenses .	15 per cent

Obviously, the costs of the network come to be a substantial item, even if a period of amortization of 30 to 40 years has been reckoned with. Therefore, if it has been made the policy of the operating company to reduce the charges of the service, it stands to reason that this object could hardly be achieved by merely introducing new designs of exchange equipment. *E. g.* a drop of 25 per cent in the costs of investment of exchange equipment may be equal to a tariff reduction of six per cent only. *Consequently, the primary object of new designs of exchange equipment is to alleviate the burden represented by the network and maintenance.*

The appearance of various types of crossbar switches in the field, and the growing exploitation of electronics in telephony open up new ways in development work, which may ultimately lead to the desired reduction of tariffs. In this paper the author would like to point out a few aspects which will necessarily have to be followed as guidance in development work going on along the lines set forth above.

## II. Present network

The rate of efficiency of a subscriber's line is very low. As estimated a subscriber in the city area will during the busy hours engage his line for *six minutes* on the average (three minutes for calls initiated and three for those received). This means that referred to the busy hour the efficiency of his line is ten per cent. On the other hand, expressed as the function of the magnitude of the groups of trunks the efficiency of the inter-exchange trunks may amount to as much as 60 to 70 per cent. The problem has been set a long time ago, *viz.*: telephone exchanges *have to be decentralized* to as great an extent as possible, because with decentralized exchanges not only may the subscriber's loops *be shortened*, but by exploiting the limits allowed for by the grade of service for the subscriber's loops, the *cross section of the wires may also be reduced*.



With decentralization the costs of the subscriber lines drop rapidly, however, at the same time the number of trunks tends to increase. Finally, a state of equilibrium will be reached in the network.

A quantitative analysis of the problem is feasible only in an ideal network. In order to have a clear-cut picture of the quantity of wire material required for a telephone network, a theoretical network will be assumed here of a square form and of a uniform density of subscribers. For multi-core cables the price of wire material is proportional to the copper weight of the wire material. Data of wires used in cables of this type have been compiled in Table 1.

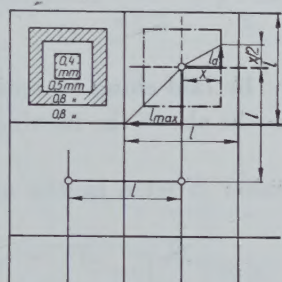


Fig. 1. Geometry of an ideal network

Table 1

Dia- meter mm	Resistance ohms per kilometre	Attenuation nepers	Weight, kg	Serviceable length, km
0.4	280	0.3	2.25	2.0
0.5	180	0.17	3.5	3.0
0.6	125	0.12	5.0	4.5
0.8	70	0.075	9.0	8.0

For reasons of mechanical strength wires below 0.4 millimetre in diameter are hardly advisable to use. (Actually the diameter of the 0.4 millimetre wire is below this value.) On the other hand, wires thicker than 0.8 millimetre in diameter are not much needed, as will be seen in the following.

Let in an ideal network

$Q$  denote the area of the network in sq. kilometres,

$N$  the number of exchanges in service, and

$S$  the number of subscribers.

From the geometrical relation shown in Fig. 1 one of the sides of the exchange area may be expressed as

$$l = \sqrt{\frac{Q}{N}}.$$

The average length of a subscriber's loop —  $l_a$  — within the given exchange area may be obtained from the following calculation:

$$l^2 - 4x^2 = 4x^2$$

$$x = l/\sqrt{8}$$

$$l_a = \frac{3}{2}x = \frac{3}{2\sqrt{8}}l = 0.53l.$$

(The cables are assumed to be laid along co-ordinates, and not diagonally.)

As may be inferred from the above the maximum length of a subscriber's line equals  $l$  itself.

For exchanges of a number  $N$  let  $n$  be the number of groups of trunks between the exchanges:

$$n = \binom{N}{2} \cong \frac{N^2}{2}.$$

If transit points are formed then the number of groups of trunks may be reduced to  $n_{\min}$ , i. e.

$$n_{\min} = 2\sqrt{N}(\sqrt{N} - 1) = 2(N - \sqrt{N}).$$

If  $Y_S$  denotes the two-way traffic of a subscriber line then the sum total of traffic handled by the exchange will be of a value  $Y$ :

$$Y = \frac{S}{N} Y_S.$$

If  $Y_T$  denotes the transit traffic originated by an exchange, then

$$Y_T = \frac{S}{N} Y_S \frac{N-1}{N}.$$

The average length  $l_T$  of a transit connection may with fair approximation be expressed by

$$l_T = \sqrt{N} - 1.$$

The scope of application of the cores of various diameters is determined by the permissible maximum length of the subscriber lines. The respective values are given in Table 1.



From these relations the copper wire weights may then be calculated for the ideal network, which on the whole is identical with the Budapest telephone area. Accordingly,

$$Q = 400 \text{ sq. kilometres}$$

$$S = 200000$$

$$Y_S = 0.1 \text{ erlang}$$

The values obtained have been compiled in Table 2, and their representative curves plotted in Fig. 2.

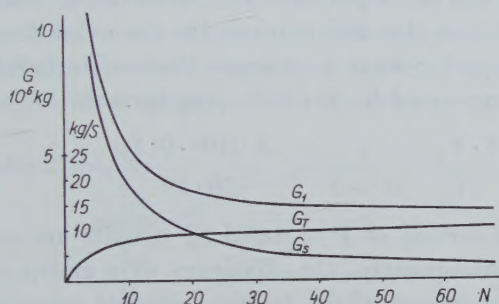


Fig. 2. The copper weight of the network plotted as the function of the number of exchanges operated in the network

Table 2

$N$	$G_s$	$G_T$	$G_1$
4	$9 \cdot 10^6$ kg	$1.2 \cdot 10^6$ kg	$10.2 \cdot 10^6$ kg
9	4.3	1.5	5.8
16	2.3	1.7	4.0
36	1.0	2.0	3.0
64	0.7	2.1	2.8
100	0.5	2.2	2.7

where  $G_s$  denotes the copper weight of the subscriber's lines,

$G_T$  the copper weight of the transit trunks,

$G_1$  the total copper weight.

From Fig. 2 it may be seen that with the increase of the number of exchanges operated in a given network the weight of the copper processed into wire material decreases rapidly. In the given example with as many as *thirty* exchanges the minimum of copper weight has nearly been approached. Here the quantity of copper corresponds to exchanges of a capacity of *seven to eight thousand*. Actually there are about *eight to ten* exchanges of greater capacity

in service in the central area of Budapest, and about twice as many satellites of minor capacity in the outskirts of the city.

However, in reality conditions are by far not so favourable as might be inferred from the calculations. Firstly, owing to the long distances, a large percentage of the trunks cannot be made of 0.8-millimetre wires, and, secondly, a large number of transiting points has to be formed lest groups of trunks incorporating a low number of circuits should result, which in turn might deteriorate the overall efficiency of the trunks. In the 7A-2 Rotary system operated in Budapest the selectors have 30 arc points in each level and, consequently, by accepting a grade of service of  $P = 0.005$  and using graded switching an efficiency of 74 per cent can be ensured. The figures in Table 2 have been calculated on this assumption. On the other hand, if no transiting is involved, then *e. g.* for thirty exchanges the traffic handled by each group of trunks may be expressed by the following formula:

$$Y = \frac{S \cdot Y_s}{N} \frac{1}{N-1} = \frac{2 \cdot (10^5 \cdot 0.1)}{30 \cdot 29} = 23 \text{ erlangs.}$$

At a grade of service of  $P = 0.005$  35 circuits are needed for handling this traffic, and, consequently, the efficiency of a group of trunks will drop to 66 per cent. Furthermore, if the trunks transmit one-way traffic only, the average efficiency will drop to as low a rate as 57 per cent. This means that transiting points have to be formed in order that the efficiency of a group of trunks might remain about 74 per cent.

In case of transiting the costs of the switching equipment, further the switching times extending the time required for building up the call enter into the picture. Since for reasons of maintenance preference may have to be given to large exchange equipment, exchanges of a capacity of ten to thirty thousand lines are fairly well substantiated in a telephone area of 200 000 subscribers. The average copper weight of

$$\frac{3.7 \cdot 10^6}{2 \cdot 10^5} = 18.5 \text{ kilograms}$$

for each subscriber calculated for twenty exchanges may, however, serve as a basis for comparison only, since each subscriber line is equipped with an individual connecting wire starting from the last cable terminal. This wire is a by no means negligible item.

### III. Principles of network development

In the following an attempt is going to be made to review the means and ways of how present network conditions could be improved, now that crossbar switching techniques and electronics have made their appearance in the field of telephony.



From all what has been set forth in the foregoing it stands to reason that it is highly desirable to keep the number of transit exchanges as low as possible. If this is observed the result will be savings in switching equipment and switching time. At the same time the length of the subscriber lines, which in general operate with bad efficiency, can be cut down to a minimum by concentrating these lines *in the immediate vicinity of the subscribers in so-called line concentrators*.

The number of subscribers that may be clamped together in such a line concentrator is ultimately determined by the efficiency of the groups of lines. The smaller the line concentrator the closer it may be advanced to the subscribers, *i. e.* the shorter the subscriber lines can be. On the other hand, the larger the line concentrator the higher the efficiency of the trunks. The rise of the efficiency of the trunks is expressed by the well known formula of Erlang worked out for ideal groups as the function of the number of trunks

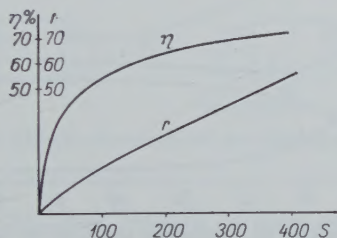


Fig. 3. Efficiency of groups of trunks

constituting a single group. In Fig. 3 the curve  $r$  shows the number of trunks required for concentrators of varying capacities for a two-way subscriber traffic of

$$Y_S = 0.1 \text{ erlang}$$

and a grade of service of

$$P = 0.005.$$

The curve marked  $\eta$  indicates the growth of efficiency. It may be seen from these curves that for a line concentrator of about 150 subscribers a trunk efficiency of 60 per cent may be achieved with a group incorporating 25 trunks. Moreover, the efficiency of the 43 trunks of a line concentrator of 300 subscribers is 70 per cent. Trunks under all circumstances form ideal groups for two-way traffic, this being ensured by the *modern* marker principles.

In the network of a large city area line concentrators of various capacities may have to be operated. Thus it is highly probable that there will be line concentrators *equipped for 100, 200, 300, or 400 subscribers*.

In order to have some sort of wire weight data on hand, convenient as a basis for comparison, let it be assumed that line concentrators of an average

capacity of 250 subscribers are installed to build up the earlier theoretical network of 200 000 subscribers.

*A network of this type would therefore be built up of two types of exchanges, viz.*

- (a) line concentrators (or otherwise terminal exchanges), and
- (b) transit (or main) exchanges.

Now with line concentrators of an average capacity of 250 subscribers there will be exactly 800 such units in the theoretical network. In the following the copper weight of the network will be calculated as the function of the growth in the number of transit exchanges, on the same basis as has been done earlier in this paper. However, here it should be borne in mind that the concentrators

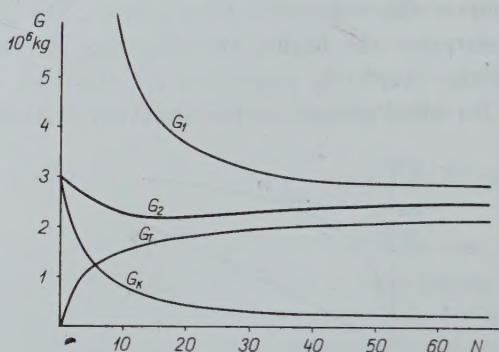


Fig. 4. Copper weight of a network built up of line concentrators

are also equipped with some sort of a distributing network (the area served by a single concentrator is

$$\frac{400}{800} = 0.5 \text{ sq. kilometre}$$

*i. e.* the average length of a subscriber line is about 300 to 400 metres). The values calculated are compiled in Table 3, while the corresponding curves are plotted in the diagram in Fig. 4.

Table 3

$N$	$G_K$	$G_T$	$G_2$
4	$1.4 \cdot 10^6$ kg	$1.2 \cdot 10^6$ kg	$2.5 \cdot 10^6$ kg
9	0.8    „	1.5    „	2.3    „
16	0.5    „	1.7    „	2.2    „
36	0.3    „	2.0    „	2.3    „
64	0.25   „	2.1    „	2.35   „

Graph  $G_T$  in Fig. 4 shows the copper weight of the trunks interconnecting the transit exchanges. This graph is identical with its counterpart in Fig. 3.



Graph  $G_K$  represents the copper weight of the trunks between transit exchanges and line concentrators, further that of the local wiring of the line concentrators. The sum total of the two values has been plotted as graph  $G_2$  in the diagram.

As may be seen from Fig. 4 a minimum of copper weight will be arrived at if the number of transit exchanges operated in the network is anything between ten and twenty. Since for technical reasons it is otherwise also desirable to keep the number of transit exchanges as low as possible (there being, however, a lower limit determined by *reasons of security*), it appears to be reasonable to fix the number of transit exchanges at any number from eight to twelve. The graphs also reflect the decrease in the copper weight, which

for 10 transit exchanges (3.3 : 5.5) is 60 per cent,

for 16 transit exchanges (1.8 : 4) is 45 per cent,

for 20 transit exchanges (1.4 : 3.6) is 40 per cent.

Obviously, it is worth while to investigate what conditions have to be

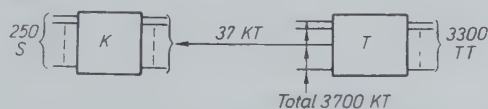


Fig. 5. Block schematic of an ideal network

satisfied at laying out a network formed of *eight* transit exchanges and 800 line concentrators.

For the following investigation let it again be assumed that 100 line concentrators equipped with 37 trunks each have been assigned to a *single* transit exchange, *i. e. the function of the transit exchange is to handle traffic between 3700 trunks* incoming from hundred line concentrators, and *about 3300 transit trunks*. (The figure 3300 has been accepted for the sake of better efficiency.) A theoretical system of this type is shown in Fig. 5. (As a matter of course, traffic between the concentrators served by one and the same transit exchange, or that between the subscribers of one and the same line concentrator will engage no transit trunks.)

In the transit exchange there is neither call concentration, nor final selection, its functions being confined merely to group or path selection. The specific traffic rate of the exchange is rather high, and for this reason it is crossbar equipment that for its design might be able to cope with the exigencies of traffic.

#### IV. Line concentrators

As has been stated in the introduction, the principal object of this paper is to present a study of the technical conditions under which a line concentrator may be realized, and also of the considerations mainly of maintenance and service that have to be borne in mind.

A number of types of line concentrators have been described in the literature [1, 2]. The forerunners of line concentrators are the various types of apartment house satellites. In general, the capacity of these apartment house telephones was rather limited, and, consequently, it was out of the question to form a complete main exchange line finder and final selector stage in the apartment house equipment. In fact, the switching assembly incorporated in the apartment house equipment and its associated portion in the main exchange meant additional equipment, to those costs of investment had to be set off by savings achieved in the wire material. Moreover, with the generally small line groups the efficiency of the system was a very low one [3].

The tentative circuit diagram of a line concentrator of this type is shown in Fig. 6. Here the block schematic of the circuit of a concentrator associated with an existing Rotary 7A2 exchange is shown. However, a line concentrator

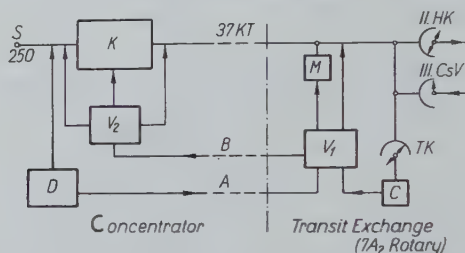


Fig. 6. Block schematic of a line concentrator

of this type is suitable for being connected to any present or future type of telephone exchanges.

A concentrator of this type operates in the following manner:

In addition to the 37 trunks the line concentrator is connected by further two trunks, *A* and *B* in the schematic, to the transit exchange. (The copper weight of these two trunks has been included in the calculations.) In the diagram *D* is a detector built up of electronic devices, *e. g.* semiconductors, which then periodically scans the lines of the 250 subscribers in order to discover a line in the state of calling. If such a line has been found then *D* over trunk *A* reports this to control circuit *V*<sub>1</sub> of the transit exchange, and if this circuit happens to be free, then *D* in some sort of a coded form transmits the identity of the calling subscriber to *V*<sub>1</sub>. Circuit *V*<sub>1</sub> will then in like way search for any free one of the trunks *KT* over a switch composed of electronic elements, and then, over trunk *B*, transmit the identity of the calling subscriber and of the free trunk *KT* to the control unit *V*<sub>2</sub> of the concentrator (in like way in a coded form). Thereafter *V*<sub>2</sub> on hand of the two identification numbers and over contact field *K* builds up the connection between the calling subscriber and the marked trunk.

Control element *V*<sub>1</sub> also imparts the identity of the calling subscriber to a storage unit *M* associated with each trunk *KT*. Storage unit *M* may be



called on for co-operation for several purposes (e. g. metering, identification, etc.). With this step the connection has been built up, and control devices  $V_1 - V_2$  are then released. Trunk  $KT$  engaged for this operation then connects in the known way over a 2nd line finder to a connecting circuit and then to the register.

For calls routed to the line concentrator the penultimate group selector engages a free trunk  $KT$ . A free code translating circuit  $C$  connects to trunk  $KT$ , and collects the last two digits of the call number from the register of the calling main exchange. (In the Rotary 7A2 system the capacity of the line finder is 200 to 400 subscribers, and in conformity with the vigesimal system, two digits are used for selection.) After the digits have been picked up  $C$  reports the call to  $V_1$  in the same way as  $D$  has done the other way round. If  $V_1$  is idle, then  $C$  transmits the number of the called subscriber in a coded form, and also the identification number of trunk  $KT$ . This latter number is determined by the position of switch  $KT$ . Thereafter  $V_1$  transmits the two digits over trunk  $B$  to  $V_2$  in the line concentrator, which then builds up over contact field  $K$  the connection between the called subscriber and the engaged trunk  $KT$ , in like way as has been done for subscriber's calls.

There are as many of the circuits  $C$  available as are required for handling the traffic. The collection of the last two digits from the register requires *two seconds* on an average, i. e. the full operating period of any of the circuits  $C$ , including the period of rotation of  $TK$ , is about *three seconds*, for 250 subscribers the traffic being

$$250 \frac{3}{3600} = 0.21 \text{ erlangs.}$$

At the end of the conversation it is trunk  $KT$  that reports to  $V_1$  for release; this latter controlling device receives the identification number of  $KT$ , and transmits it to  $V_2 \cdot V_2$  in response breaks off the connection. (If, for reasons of circuitry, it is deemed simpler, then  $V_1$  may also transmit the number of the connected subscriber.)

As may be seen the control system will have to step into action twice for each call, once at the call being built up, and, again, at release. In numerical terms, for a line concentrator of a capacity of 400 subscribers and 1.5 calls for each subscriber during the busy hours this means 2400 operations of the control system during the busy hour. On the assumption of a load of 50 per cent of the control units there remain about 0.75 seconds for a single operation, which on the whole is amply sufficient. The portion of information transmission of a single operation amounts to 15 or 16 bits, viz.

for the identification of the subscriber ..... 8 or 9 bits

for trunk identification .....	6 bits
for release signalling .....	1 bit.

The next part of the operation is the cross-connection of contact field *K*. If the contact field is formed of crossbar switches then the period of cross-connection will be well within half a second. (Release will of course be completed within a still shorter time.) The transmission of 16 bits over a conventional subscriber's trunk within less than 0.25 seconds involves no serious problem.

The trunks *KT* will not necessarily have to form a single group. A subdivision into *three* subgroups is wholly feasible. In this case a subgroup each will be assigned to the outgoing, incoming, and two-way traffic. (In the present instance the 37 trunks may be subdivided on the following pattern:  $10 + 10 + 17 = 37$ .) In this scheme only the outgoing and the two-way trunks have to be connected to the arcs of the penultimate group selector, while by discarding the 2nd line finders, the incoming trunks may be advanced directly to the connecting circuits. Consequently, only the two-way trunks have to be connected to line finders.

The hardest problem facing the operating organization of the telephone system is the *maintenance* of the line concentrators. On an annual basis and in general each subscriber connected to a crossbar exchange requires maintenance of 0.5 hours. Referred to 250 subscribers this means 125 hours in the year, however, in reality the 0.5 hours have to be understood for the entire network, which also incorporates transit exchanges. On this basis for the 200 000-subscriber network the resulting figure for maintenance is 100 000 hours, *i. e.* in terms of manpower a maintenance staff of about fifty persons. On the assumption of this order of magnitude, of the total manpower available *twenty* would have to be allocated to the maintenance of the transit exchanges, and the remaining *thirty* to that of the line concentrators. On this understanding *the maintenance time of a single line concentrator may amount to about a week on a semi-annual basis*. The conditions are obviously very rigorous.

In order to reduce maintenance work to the reasonable minimum *line concentrators have to be relieved of all functions not necessarily associated with them, and these functions will then have to be transferred to the exchange*. Consequently, the transit exchange will have to provide

- the microphone current,
- the ringing current, and
- all signalling tones,

further

the message registers may preferably be accommodated in the transit exchange, where if necessary, provision may be made for multiple metering, charging the rates on punched tapes, or for identification.



All power sources known at present want maintenance. The line concentrator has to be designed in a way that the power required for its operation should preferably be supplied by the transit exchange over trunks *A* and *B*. If the microphone current were supplied from a source accommodated in the line concentrator itself, then for the 37 connections a current of at least 2 *amps.* would be needed. In addition, this current would necessitate the use of a feeder bridge, which in turn would entail the usual problems of through-dialling and through-ringing. However, a solution of the problem is conceivable in so far as both digit sending and ringing could be transposed into the voice frequency band [4, 5, 7], yet in this case the subscriber's telephone set would stand higher in costs, and since the *answer* and *release* signal would have to be transmitted over the feeding bridge anyhow, further complications would be introduced into maintenance work. *It stands to reason therefore that that type of line concentrator would be the simplest in design which connects without attenuation, e. g. in a metallic way, and has no other functions to perform.*

Subscriber's telephones want current supply in all circumstances. Actually there is no other method imaginable for the actuation of carbon microphones, and even if in the future sound converters operating on other principles should come in vogue, in all certainty transistors or similar devices would have to be resorted to. For the time being, however, no substitute can be suggested for closing and opening the loop for advancing d. c. signals.

Another point in favour of metallic through-connection is the circumstance that with this method direct measurements can be carried out over the subscriber's lines and on apparatus from the wire chief's desk accommodated in the transit exchange.

At the present stage of technics crossbar type switches appear to be the most suitable for metallic through-connection. For the time being cross-points built up of electronic elements have not proved wholly satisfactory. However, attempts have been made at reconciling the advantages afforded by metallic contacts and electronic elements [6], yet the solutions so far suggested are rather expensive. For a space dividing contact field employed in the given example of a 250-line concentrator about 4000 cross-points would have to be provided, *i. e.* in terms of crossbar switches *twenty*  $10 \times 20$  units, or a proportional number of switching devices of other type.

No matter what type of contact field should finally be adopted, this field will have to be designed in a way that *no current should be needed for locking it in an activated state.* In this case the power consumption of the line concentrator, in addition to that of the control devices, would amount to as much only as is absolutely necessary for the activation of the cross-points taking part in a single connection. This power requirement of a few watts only could then be supplied from the transit exchange over the controlling trunks.

In the telephone system of the future *the time division multiplex system* will in all likelihood be prevalent. If, however, the copper weight values calculated earlier in this paper are submitted to a scrutiny once again it will become evident that the time division multiplex system will make headway only at a moderate pace. Of the minimum copper weight of  $2.2 \cdot 10^6$  kilograms calculated (for sixteen exchanges)

*$1.7 \cdot 10^6$  kilograms, i. e. approximately 80 per cent*

will have to be allocated to the trunks between transit exchanges, while the balance of *twenty per cent* only would have to be reserved for the cables between the line concentrators and the transit exchanges. One third of this twenty per cent would be absorbed by the subscriber lines, which, however, for the purpose of the time division multiplex system cannot enter into the picture. However, the time division multiplex system could be employed between line concentrator and transit exchange, yet with this system the circuitry would become rather complex, and there might be difficulties experienced also in satisfying the service requirements. In addition, savings in copper weight would be negligible, as the estimated savings are not likely to exceed *ten per cent*. A still further difficulty is presented by the fact that conventional subscriber's cables could be used only with intermediate repeaters [2]. Obviously, the results obtained on these trunks with the introduction of the time division multiplex system would be only illusory.

On the other hand, as far as the trunks between the transit exchanges are concerned, the situation is an altogether different one. In addition to the circumstance that about eighty per cent of the copper weight of the network is invested in inter-exchange trunks, there are no limitations encountered here as far as the subscribers and the line concentrators are concerned. It would therefore be worth while to introduce the time division multiplex system (or for that matter any other system implying the multiplied utilization of the wires) on these trunk sections, as here substantial quantities of copper might be saved.

A combined system on this pattern would imply a number of advantages, viz.

(a) *the present type of subscriber's telephones of a fairly simple design could remain* (possibly in a modified design, e. g. equipped with a keying device instead of a dial);

(b) *the concentrator would remain simple in operation, requiring but little maintenance ;*

(c) all complex circuit equipment for the operation of the network could be *concentrated* in a moderate number of transit exchanges, another point redounding to the simplicity of maintenance.

Further, it has to be borne in mind that to-day large cities are fairly well provided with exchanges more or less suitable for conversion into transit exchanges. Exchanges actually in service could be extended by jettisoning *the line finder and final selector stages*, while in their stead equipment co-operating with the line concentrators could be installed. As dictated by requirements varieties of equipment of different capacities could be developed, while these varieties could then be employed for future extensions of the network.

As far as the accommodation of the line concentrators is concerned, there are certain points deserving careful attention, *viz.*:

- (a) no air-conditioned rooms can be provided for the line concentrators;
- (b) if the line concentrators are not built up of electronic elements, then the contact field will have to operate in as noiseless a manner as possible;
- (c) at installation only the load-carrying capacities of conventional apartment house floors can be reckoned with.

The want of air conditioning facilities has to be taken into account in the same way as nowadays with PABX. s. Since conventional living rooms are concerned here, with a central heating plant temperature may be kept between  $18$  and  $35^{\circ}$  C. If the concentrators are built up of purely electronic elements dusting problems become a matter of secondary consideration. For crossbar type switches dustproof cabinets have to be used, even if, as is known, these cabinets do not afford perfect safety. The power consumption of a line concentrator amounts to a *few watts* only, consequently the equipment does not generate heat, the temperature will be uniform in the inside, so that no circulation of air conveying dust into the cabine has to be feared.

As for convenience of maintenance, all assemblies of the line concentrator should preferably be of the *plug-in type*. In this case maintenance work would boil down to *preventive tests* to be carried out at regular intervals, on severe conditions. Crossbar equipment actually in current use is not of the plug-in type, although a design of a crossbar switch of a capacity of  $10 \times 10$  with *three* contacts only at the cross points is fairly well imaginable.

Anyhow the idea suggests itself to design a crossbar switch operating on the principle of electromagnetism which would be capable of being locked in its activated condition without current. Owing to the relatively low capacity of the line concentrators there would remain *ample time for operation*, which means that

- (a) windings of high resistance values could be used;
- (b) locking would be secured by means of the *operating sequence* of the magnets, while permanent holding magnets, or special windings could be dispensed with.

With these two conditions satisfied, and with the wires *A* and *B* of the trunks for signal transmission connected in parallel and provided with earth



return, an output of 5 to 6 watts could be secured for the line concentrator, which would on the whole be quite sufficient.

As far as equipment weight is concerned, in general in a Rotary automatic exchange the average weight per subscriber is 10 to 12 kilograms. Consequently, a line concentrator equipped for 250 subscribers would weigh as much as 2500 to 3000 kilograms. However, in reality this weight is substantially lower as the rack system of the line concentrator is of a far simpler design. Besides, there are no message registers installed in the line concentrator, its functions being confined to through-connection only. Further cuts could be made in the weight with the increasing use of electronics. From the literature[8] it appears that with the introduction of electronic switching elements savings in the order of magnitude of 5 to 1 may be achieved in the overall weight of the equipment. On the assumption of crossbar techniques the weight of a line concentrator of this type would then be in the neighbourhood of 1000 to 1500 kilograms, *i. e.* the line concentrator may safely be accommodated in a living room with floors of the conventional load carrying capacity of 150 kilograms per sq. metre.

## V. Conclusion

With the replacement of Rotary type *main and satellite exchanges* by *transit exchanges and line concentrators* the copper weight of the network may be reduced. In the 200 000-line theoretical network investigated in this paper the average copper weight for each subscriber's loop has been calculated as being 18.5 kilograms, while with the introduction of line concentrators this weight could be reduced to 11 kilograms, the rate of savings being approximately *forty per cent.* For the total service the savings may amount to about 23 per cent. The surplus costs of assemblies are not critical, as the switching system of the line concentrator consists only of the line finder and final selector stages removed from the main exchange. Consequently, it is only the control system that might come to mean additional costs of investment. However, these additional costs could be redeemed by a better exploitation of the trunks adequately guaranteed by the adoption of the marker principle. (If *e. g.* the trunks handling incoming and outgoing traffic would be segregated then instead of 37 trunks  $2 \times 22 = 44$  trunks would be needed.)

The cost items to be amortized and tabulated in the Introduction could then be modified as follows:

Subscriber's apparatus .....	6 per cent.
Exchange equipment .....	32 per cent.
Network .....	42 per cent.
Maintenance, general running expenses .	20 per cent.
<hr/>	
Total: 100 per cent.	

The network continues to remain a substantial item, and a further reduction of its costs is conceivable only with *the multiple exploitation of the transit trunks, i. e. with the time division multiplex system*. With the reduction of the percentage share of the network in the overall costs of investment that of the other items will naturally tend to increase. Consequently, the costs of exchanges and maintenance will constitute major items and, as for these, the introduction of electronics in telephony forecasts chances of development still on a large scale.

It appears to be worth while to investigate the possibilities offered by electronically controlled line concentrators yet equipped with electromagnetic contact fields. A concentrator of this type may easily be *assimilated into existing networks*, it certainly favours the *development of the network on a higher grade of economy*, it opens the path for the *experimental exploitation of electronic control circuits*, and finally this type of concentrator may be helpful in *accumulating experience and in training a maintenance staff*. In addition network requirements may be cut down, a circumstance particularly welcome if with the introduction of line concentrators of this type *the extension of the existing cable network could be deferred to a later term*.

In spite of considerable efforts, the realization of purely electronic exchanges is still lagging behind. Obviously, there will still much time be wanted until some sort of a definitive point of view could be formed in this matter. On the other hand, the circuitry for *electronic control* is already available, and is suitable for the activation of any type of crossbar switch operating on electromagnetic principles [8]. For this reason the opinion may be considered correct that the telephone networks of the future should preferably be developed with a trend towards a compromise, *i. e. on the line evolved in this paper*.

### Summary

The introduction of crossbar type switches and electronic switching features into telephone technics has opened the way for cutting down the amount of wire material absorbed by the networks of present multi-office city areas. For and by itself savings achieved in wire material may in the last end redound effectively to a lowering of the tariff rates. The subject-matter of this paper is to investigate the conditions to be satisfied in order to cut down the weight of the wire material invested in any given telephone network.

### References

1. VAUGHAN, H. E.: Research Model for Time Separation, BSTJ 38. July 1959.
2. JANES, D. B. and JOHANSEN, J. D.: A Remote Line Concentrator for a Time Separation Switching Experiment, BSTJ 39. January 1960.
3. KOZMA, L.: The Apartment House Telephone as one of the Means for the Reduction of Telephone Tariffs, Magyar Híradástechnika, December 1958.
4. VAUGHAN, H. E. and MATTHANER, W. A.: An Experimental Electronically Controlled Automatic Switching System, BSTJ 31. May 1952.



6. VAUGHAN, H. E.: Research Model for Time Separation Integrated Communication, BSTJ 38 July 1959.
7. JOEL JR., A. E.: An Experimental Switching System Using New Electronic Techniques, BSTJ 37, September 1958.
8. LUCANTONIO, F.: Grundsätzliche Erwägungen über die Einführung der Elektronik. (A Study of the Principles of the Introduction of Electronics.) Frequenz, October 1959 and March 1960.

Prof. L. KOZMA, Budapest XI., Stoczek u. 2., Hungary.

# NACH DEM RESONANZPRINZIP ARBEITENDE FERRITISOLATOREN IN MIKROWELLEN- RICHTFUNKVERBINDUNGEN\*

Von

K. GÉHER und GY. ENZSÖL

Lehrstuhl für Drahtgebundene Nachrichtentechnik, Technische Universität, Budapest

(Eingegangen am 4. November 1960)

Vorgelegt von Prof. Dr. L. KOZMA

## 1. Einleitung

Die nichtreziproken Mikrowellen-Ferritbauteile erschienen Anfang der fünfziger Jahre [1], und in mehreren Arbeiten der Fachliteratur wurden alsbald auch verschiedene Typen von Isolatoren beschrieben [2]. Unter diesen Arbeiten findet sich auch ein Bericht von DEUTSCH und Mitarb. [3] über Isolatoren, die für Mikrowellen-Richtfunkverbindungen entwickelt wurden.

Im folgenden sollen Schmal- und Breitbandisolatoren beschrieben werden, die im Forschungsinstitut für Fernmeldetechnik Budapest (TKI) für Zwecke von Mikrowellen-Richtfunkverbindungen entwickelt wurden. Diese Isolatoren arbeiten nach dem Prinzip der ferromagnetischen Resonanz im Frequenzbereich von 4000 MHz. Im ersten Teil dieser Arbeit wird die Rolle der Eigenreflexion des Isolators untersucht, während der zweite Teil Konstruktionsfragen gewidmet ist.

## 2. Die Rolle der Eigenreflexion

Aus der Untersuchung der Leistungs- und Geräuschbilanz von Mikrowellenverbindungen geht hervor, welcher Reflexionskoeffizientenwert — für ein Radiofrequenzgestell — in Abhängigkeit von der Kanalzahl annähernd zugelassen werden kann. Diese Orientierungswerte sind in Bild 1 angeführt, wo  $N$  die Kanalzahl,  $r$  den Reflexionskoeffizienten und  $\sigma$  das Stehwellenverhältnis bezeichnet. Über die Größenordnung der Reflexion der Mikrowellen-Schaltungselemente gibt Bild 2 Aufschluß.

Die Gegenüberstellung beider Bilder läßt die Notwendigkeit eines Elementes erkennen, mit dessen Hilfe die Reflexion  $r_2$  ohne wesentlichen Leistungsverlust auf den Wert  $r_1$  herabgesetzt werden kann. Ein solches nichtreziprokes Element ist der Mikrowellen-Ferritisolator, der in der Richtung 1—2 mit einer Dämpfung von ungefähr 0,5 dB durchläßt, in der Richtung 2—1 hingegen eine Dämpfung von ungefähr 20 dB gewährleistet. Der Isolator ist, symbolisch zwischen Belastung und Generator geschaltet, in Bild 3 dargestellt.

\* Vortrag, gehalten vor der Ungarischen Akademie der Wissenschaften anläßlich des Kolloquiums über »Mikrowellenverbindungen« (10—13. November 1959).

$N$	$r\%$	$\sigma$
60	11	1,25
120	8	1,17
240	6	1,13
600	3,5	1,07
960	2,5	1,05

Bild 1

	$r\%$	$\sigma$
Kanalfilter .....	7	1,15
Polarisationsdreher .....	7	1,15
Niederpegel-Mischstufe ..	20	1,5
Klystronoszillator .....	13	1,3
Wanderfeldröhre .....	13	1,3

Bild 2



Bild 3

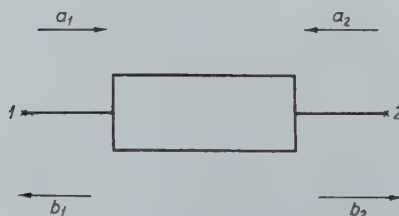


Bild 4

Bei der Anwendung von Ferritisolatoren muß entschieden werden, in welche Reflexion  $r_1$  die Reflexion  $r_2$  unter Berücksichtigung der Dämpfung des Isolators in Durchlaß- und Sperrrichtung sowie seiner Eigenreflexion umgesetzt wird. (Unter Eigenreflexion wird die Reflexion verstanden, die bei der Anpassung des Isolators an den Hohlleiter auftritt.)

Beschreibt man den Isolator mit Hilfe der Streuungsmatrix (scatter matrix)



$$\begin{aligned} b_1 &= S_{11}a_1 + S_{12}a_2 \\ b_2 &= S_{21}a_1 + S_{22}a_2 \end{aligned} \quad (1)$$

(s. Bild 4), so ist die primäre Reflexion  $r_1 = b_1/a_1$  und die sekundäre Reflexion  $r_2 = a_2/b_2$ .

Für den physikalischen Inhalt der einzelnen Elemente der Streuungsmatrix gelten die Beziehungen

$$\begin{aligned} S_{11} &= b_1/a_1 = r_{1f} & S_{12} &= b_1/a_2 = 1/A_z \\ S_{21} &= b_2/a_1 = 1/A_d & S_{22} &= b_2/a_2 = r_{2f} \end{aligned} \quad (2)$$

Hier bedeuten  $r_{1f}$  und  $r_{2f}$  die von der Primärseite bzw. von der Sekundärseite zu messende Eigenreflexion des Ferrits,  $A_d$  und  $A_z$  die Dämpfung

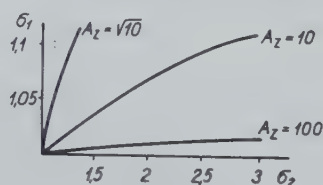


Bild 5

in der Durchlaß- bzw. Sperrrichtung. Wie man sieht, ist infolge der Nichtreziprozität  $S_{12} \neq S_{21}$ .

Löst man die Gleichung (1) unter Berücksichtigung der Beziehungen (2) nach  $r_1 = b_1/a_1$ , dann erhält man

$$r_1 = r_{1f} + \frac{1}{A_d A_z} \cdot \frac{r_2}{1 - r_2 r_{2f}}. \quad (3)$$

Beim idealisierten Isolator ist  $r_{1f} = r_{2f} = 0$ ,  $A_d = 1$ , d. h. es ergibt sich das triviale Ergebnis  $r_1 = r_2/A_z$ . Das Stehwellenverhältnis  $\sigma_1 = \frac{1+r_1}{1-r_1}$  ist für verschiedene Werte des Stehwellenverhältnisses  $\sigma_2$  und für den Fall des idealisierten Isolators in Bild 5 aufgetragen.

Wie aus Bild 5 ersichtlich, ergeben sich bei einem  $A_z = 10$ , was dem Wert  $a_z = 20$  dB entspricht, schon primäre Stehwellenverhältnisse, die dem eigenen Stehwellenverhältnis des Isolators gleich oder kleiner als dieses sind. Der Eigenreflexion fällt also bei der Wahl des Isolators eine entscheidende Rolle zu.

Schreibt man die Gleichung (3) für das Stehwellenverhältnis um, dann erhält man für das auf der Primärseite zu messende Stehwellenverhältnis  $\sigma_1$

in Abhängigkeit vom Stehwellenverhältnis  $\sigma_2$  und von den Kenngrößen des Isolators die Annäherungsformel

$$\sigma_1 \approx \sigma_{1f} + \frac{4}{A_{\dot{a}} A_z} \frac{\sigma_2 - 1}{2(\sigma_2 + 1) - (\sigma_2 - 1)(\sigma_{2f} - 1)} \quad (4)$$

Das Korrektionsglied  $t$  ist unter Voraussetzung von  $\sigma_{2f} = 1,1$  in Bild 6 darge-

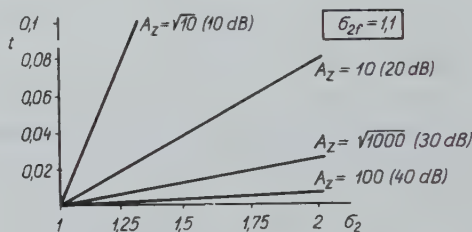


Bild 6

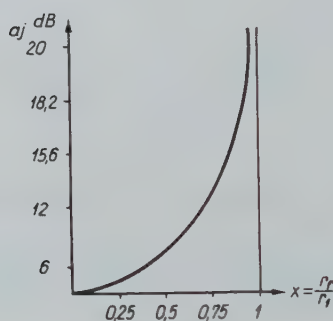


Bild 7

stellt. Aus der Abbildung erhellt, daß bei hohen Werten von  $A_z$  ( $a_z = 40$  dB)  $t$  kleiner ist als 0,01, das primäre Stehwellenverhältnis wird also durch das eigene Stehwellenverhältnis des Isolators bestimmt. An der Verminderung des Stehwellenverhältnisses ist das Produkt  $A_z A_{\dot{a}}$  beteiligt, durch die Herabsetzung der Durchlaßdämpfung — hier ist die Dämpfung der Trennstufe gemeint — wird also das Stehwellenverhältnis nicht vermindert, sondern im Gegenteil vergrößert. Die Größe  $A_{\dot{a}}$  ist natürlich von entscheidender Bedeutung für die Leistungsbilanz.

Löst man die Gleichung (3) auf  $a$  und setzt man hierbei  $A_{\dot{a}} A_z = A$  und  $r_{1f} = r_{2f} = r_f$ , so wird

$$a^{dB} \approx 20 \log A = 20 \log \frac{r_2}{r_1} + 20 \log \frac{1}{1-x}, \quad (5)$$

wo  $x = r_f/r_1$ .

Diese Formel kann folgendermaßen gedeutet werden: Die Dämpfung des Isolators kann man als in zwei Teile gegliedert auffassen. Das erste Glied gibt jene Dämpfung an, die im Falle eines idealen Isolators die Reflexion  $r_2$  auf  $r_1$  herabsetzen würde. Da der Isolator auch eine eigene Reflexion hat, tritt noch die zusätzliche Dämpfung  $20 \log \frac{1}{1-x}$  auf, wie dies aus Bild 7 hervorgeht.

Bei einem bestimmten Wert der Eigenreflexion nimmt die zusätzliche Dämpfung schnell zu, und die Eigenreflexion beschränkt den an der Primärseite erzielbaren Wert des Stehwellenverhältnisses. Die günstigste Wirkung des Isolators wird durch geeignete Übereinstimmung zwischen dem eigenen Stehwellenverhältnis und der Dämpfung gesichert.

In Bild 8 ist in Tabellenform angegeben, welche zusätzliche Dämpfung bei gegebenem  $r_2 = 13\%$  den verschiedenen Werten  $r_1$  und  $r_f$  zugeordnet ist

$r_f/\sigma_f$ $r_1$	1% 1,02	1,5% 1,03	2,5% 1,05	4,9% 1,1
3%	$a_j = 3,5 \text{ dB}$ $a = 16,2 \text{ dB}$	$a_j = 6 \text{ dB}$ $a = 18,7 \text{ dB}$	$a_j = 15,4 \text{ dB}$ $a = 28,1 \text{ dB}$	—
2%	$a_j = 6 \text{ dB}$ $a = 22,2 \text{ dB}$	$a_j = 12 \text{ dB}$ $a = 28,2 \text{ dB}$	—	—

Bild 8

und welche resultierende Dämpfung nötig ist. Durch eine Linie ist der Fall dargestellt, in welchem die Anforderungen durch den Isolator mit der Eigenreflexion  $r_f$  nicht erfüllt werden können.

Die Einführung der zusätzlichen Dämpfung vermittelt also Auskunft darüber, in welchem Maße die Dämpfung des Isolators wegen seiner Eigenreflexion vergrößert werden muß. Dieses Ergebnis kann besonders vorteilhaft benutzt werden, wenn man unter Isolatoren mit verschiedenen Spezifikationen zu wählen hat.

Für Mikrowellenverbindungen zur Fernsehfernübertragung wurden im Budapester Forschungsinstitut für Fernmeldetechnik zwei Arten des nach dem Resonanzprinzip arbeitenden Isolators entwickelt.

Der Schmalbandisolator hat

im Frequenzband  $f_i \pm 15 \text{ MHz}$ , wo  $f_i$  die Zwischenfrequenz ist, die Spezifikation

$$a_z \geq 20 \text{ dB}, a_d \leq 0,5 \text{ dB}, \sigma \leq 1,1.$$



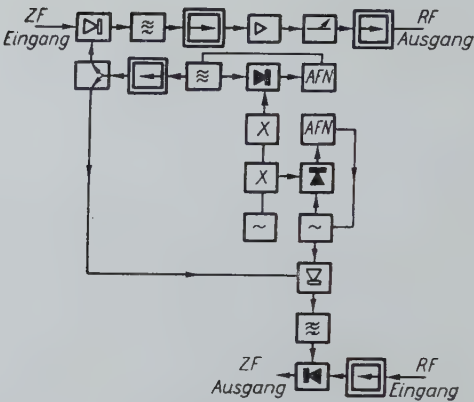


Bild 9

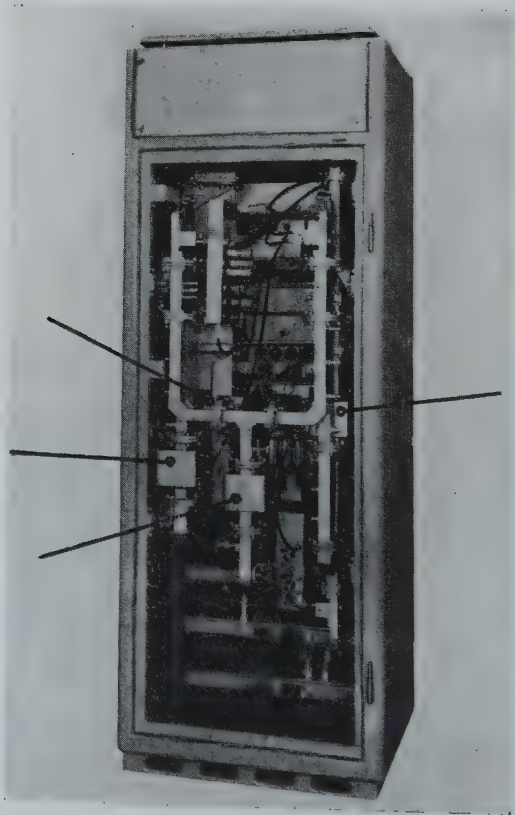


Bild 10

Die Sperrdämpfung im Frequenzband  $f_i \pm 150$  MHz ist größer als 10 dB. Die Schmalbandisolatoren sind im System an der in Bild 9 gezeigten Stelle untergebracht. Wie man sieht, wurden Schmalbandisolatoren nach dem Klystron, vor und nach dem Wanderfeldverstärker, also bei den Filtern und vor der Niederpegel-Mischstufe eingebaut. Auf dem Lichtbild (Bild 10) erkennt man die Isolatoren im Radiofrequenz-Gestell.

Der Breitbandisolator hat im Frequenzband  $f = 3395 \dots 3635$  MHz bzw.  $f = 3635 \dots 3875$  MHz folgende Kennwerte:

$$a_z > 20 \text{ dB}, a_d \leq 0,5 \text{ dB}, \sigma \leq 1,05.$$

Die Breitbandisolatoren befinden sich zwischen dem Polarisationsdreher und dem Radiofrequenz-Gestell, so daß sie von fast allen drei Radiofrequenz-Kanälen passiert werden.

### 3. Konstruktionsprobleme

Die Besprechung des nach dem Resonanzprinzip arbeitenden Ferritisolators geht von der sogenannten Kittelschen Gleichung

$$\omega_0 = \gamma \sqrt{[H_{0z} + (N_x - N_z) 4\pi M] [H_{0z} + (N_y - N_z) 4\pi M]} \quad (6)$$

aus.

Die Symbole dieser Gleichung haben folgende Bedeutung:  $H_{0z}$  — das konstante äußere Magnetfeld;  $N_x, N_y, N_z$  — die Entmagnetisierungsfaktoren;  $4\pi M$  — die Sättigungsmagnetisierung;  $\omega_0$  — die Frequenz, bei welcher der im konstanten Magnetfeld untergebrachte ferromagnetische Stoff Resonanz zeigt;  $\gamma$  — das gyromagnetische Verhältnis, dem aber im weiteren keine Rolle zukommt.

In der Gleichung figurieren im wesentlichen folgende Größen:

- 1) die durch  $M$  bestimmten Eigenschaften des magnetischen Stoffes,
- 2) die geometrischen Abmessungen, die mit  $N$  zusammenhängen, und
- 3) das äußere Magnetfeld  $H_{0z}$ .

Im folgenden werden die einzelnen Faktoren der Reihe nach untersucht.

Die Ferritstoffe für die nach dem Resonanzprinzip arbeitenden Isolatoren wurden im Budapester Forschungsinstitut für Fernmeldetechnik von Frau Dr. L. Tardos und ihren Mitarbeitern entwickelt. Der hier hergestellte Ferrit MgMnAl Marke M 19/a hat folgende statische Eigenschaften:

$$B_s = 1000 \text{ G}, H_c \approx 1 \text{ Oe}, T_c \approx 120^\circ \text{ C}, \mu_0 = 50 \text{ G/Oe}, \rho = 10^9 \text{ Ohm/cm}.$$

Die zahlenmäßige Berücksichtigung des Einflusses der geometrischen Abmessungen stößt auf große Schwierigkeiten. In dem auf Bild 11 dargestellten

Fall kann annäherungsweise angenommen werden, daß  $N_x = N_z = 0$ , so daß  $N_y = 1$ , und die Bedingung der Resonanz

$$\omega_0 = \gamma \sqrt{H_{0z} (H_{0z} + 4\pi M)}. \quad (7)$$

Über die Resonanz gibt die Dämpfung in Durchlaß- und Sperrrichtung Aufschluß. So wurden z. B. bei einer Ferritplatte die Dämpfungsverhältnisse

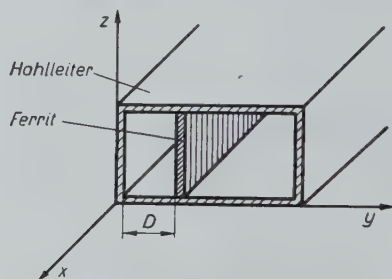


Bild 11

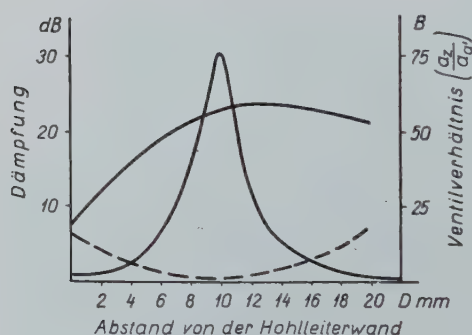


Bild 12

in Abhängigkeit von ihrem Abstand von der Hohlleiterwand gemessen. Die Ergebnisse sind in Bild 12 aufgetragen. Hier ist  $D$  der Abstand der Ferritplatte von der Wand des Hohlleiters,  $a_d$  und  $a_z$  die Durchlaß- bzw. die Sperrdämpfung in dB.

Bei der endgültigen Anwendung wurde — MIKAELIAN [4] und WEISS folgend — neben die Ferritplatte auch eine Dielektrikumplatte gestellt, was sich auf die Arbeit des Ferritisolators vorteilhaft auswirkte und überdies größere Dämpfungsverhältnisse und ein breiteres Frequenzband ermöglichte. Die relative Dielektrizitätskonstante des verwendeten keramischen Stoffes hatte einen Wert von ungefähr 10–15. Die geometrischen Abmessungen im Falle eines auf der Zwischenfrequenz von 3600 MHz arbeitenden Schmalbandisolators ergaben sich gemäß Bild 13. Die Meßergebnisse sind in Bild 14 angegeben.



Durch die Zuspitzung der Ferritplatte und des Dielektrikums konnten bessere Reflexionsverhältnisse erzielt werden. In Bild 14 ist auch das Stehwellenverhältnis in Abhängigkeit von der Frequenz aufgetragen. Wie ersichtlich, liegt dieser Wert wesentlich unter 1,1. Ähnlich genügt der Isolator den Anforderungen bezüglich der Durchlaß- und Sperrdämpfung mit großer Sicherheit.

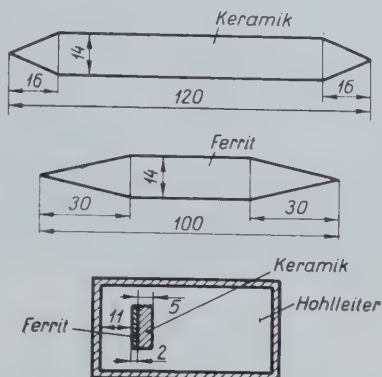


Bild 13

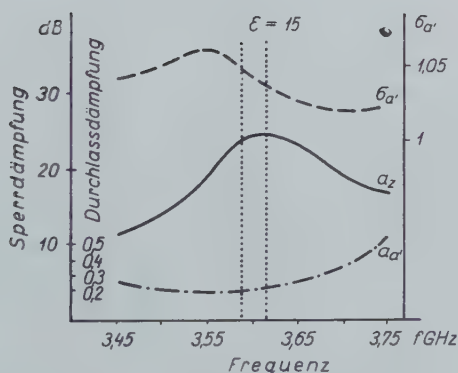


Bild 14

Zur Veranschaulichung der wichtigen Rolle, die das Dielektrikum in der Arbeit des Isolators spielt, möge Bild 15 dienen, in dem die Kenngrößen des Isolators für verschiedene Keramienstoffe aufgetragen sind.

Die geometrischen Verhältnisse gestalten sich bei dem in Frequenzband  $f = 3635 \dots 3875$  MHz arbeitenden Breitbandisolator nach Bild 16. Die Meßergebnisse am Breitbandisolator sind in Bild 17 angegeben. Hier finden sich — ähnlich wie in Bild 14 — auch das Stehwellenverhältnis und die Werte der Durchlaß- und Sperrdämpfung. Wie man sieht, werden die Anforderungen gemäß Spezifikation vom Isolator mit Sicherheit erfüllt.

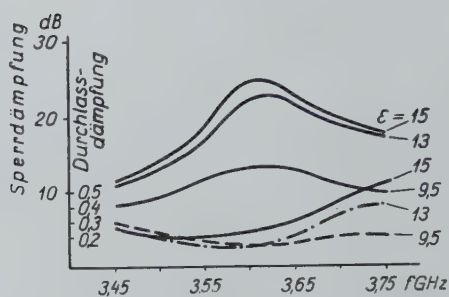


Bild 15

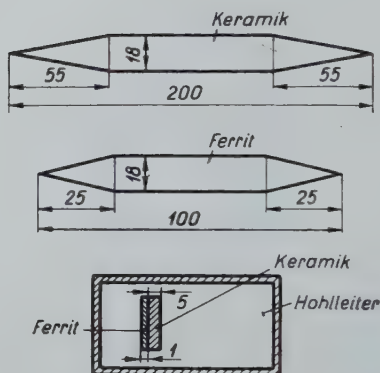


Bild 16

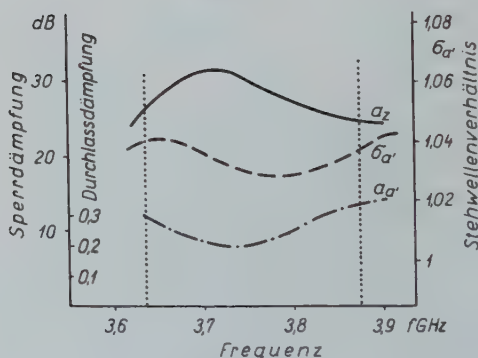


Bild 17

Zwecks Gewinnung der in der Kittelschen Gleichung vorkommenden dritten Größe, d. h. des notwendigen Magnetfeldes, wurde ein Magnet AlNiCo 5 mit folgenden Kennwerten verwendet:

$$(BH)_{\max} = 3,8 \cdot 10^6 \text{ GOe} \quad B_r = 10\,500 \text{ G} \quad H_c = 550 \text{ Oe}.$$

Die nötige Eisenlänge und der erforderliche Eisendurchschnitt wurden aus den Gleichungen



Bild 18



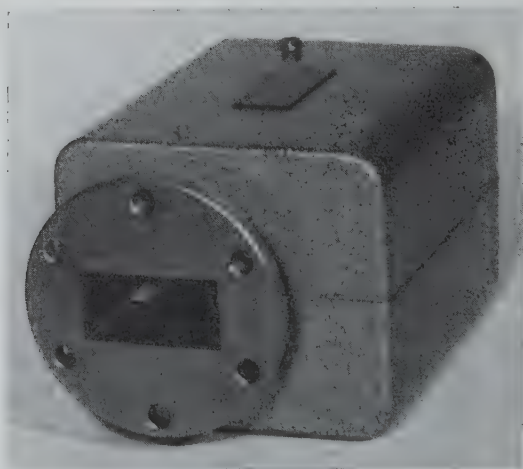
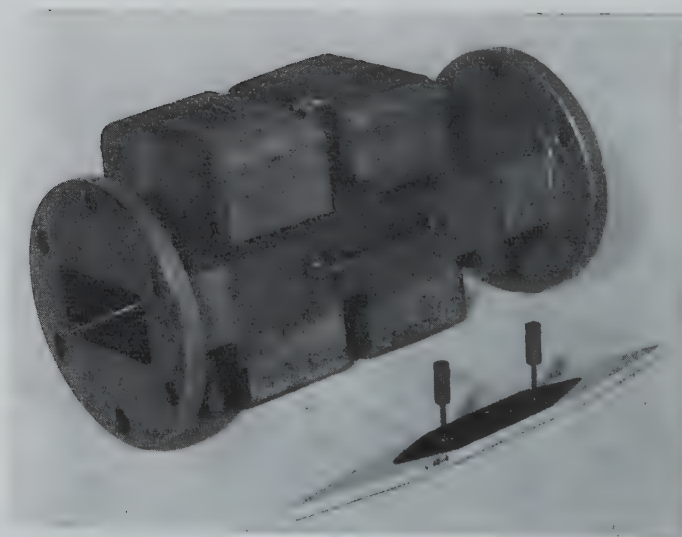
Bild 19

$$l_v = k_H \sqrt{\frac{\operatorname{tg} \alpha}{(H_v B_v)_{\max}}} l_l H_l, \quad (8)$$

$$A_v = k_B \frac{1}{\sqrt{(H_v B_v)_{\max} \operatorname{tg} \alpha}} A_l H_l, \quad (9)$$

ermittelt [5]. Hier ist  $\operatorname{tg} \alpha = B_r/H_c$ , und  $H_l$  die im Luftspalt erforderliche magnetische Feldstärke, die in unserem Falle ungefähr 1100 Oe betragen hat. Die in der Formel erscheinenden Faktoren  $k_H$  und  $k_B$  wurden auf Grund vor-



*Bild 20**Bild 21*

läufiger Schätzung ermittelt und danach unter Berücksichtigung der Versuchsergebnisse berichtigt.

Zum Abschluß sollen die Schmalband- und Breitbandisolatoren durch einige Lichtbilder illustriert werden. In Bild 18 sieht man den Schmalbandisolator. Bild 19 stellt ihn in zerlegtem Zustande dar. Zwecks Verminderung des eigenen Stehwellenverhältnisses des Isolators sind Ferrit und Keramik verschieden geformt.

Der Breitbandisolator ist in zusammengebautem Zustande in Bild 20, zerlegt in Bild 21 zu sehen. Hier werden ebenfalls die im Schmalbandisolator verwendeten Magnete gebraucht, was sich auch auf die Vergrößerung der Bandbreite des Isolators vorteilhaft auswirkt.

### Zusammenfassung

Für Mikrowellen-Richtfunkverbindungen wurden im Budapester Forschungsinstitut für Fernmeldetechnik (TKI) spezielle Schmalband- und Breitbandisolatoren entwickelt. Es wird auf die Rolle der Eigenreflexion des Isolators bei seiner richtigen Projektierung und Anwendung hingewiesen. Es werden ferner der Aufbau der Isolatoren, die Meßergebnisse und die Anwendung der Isolatoren in der ungarischen Fernverkehrs-Mikrowelleneinrichtung beschrieben.

### Literatur

1. FOX, A. G.—MILLER, S. E.—WEISS, M. T.: Behaviour and applications of ferrites in the microwave region. Bell System Technical Journal. **1** (1955).
2. Proc. IRE, October 1956, Ferrites issue.
3. DEUTSCH, J.—HAKEN, W.—HAZA-RADLITZ Cr: Neue Richtungsleitungen für Richtfunksysteme, NTZ. **7** (1959).
4. Микаэлян, А. Л.—Столяров, А. К: Ферритовые волноводные вентилы с использованием ферромагнитного резонанса. «Радиотехника» 1957, № 10.
5. Поливанов, К. М.: Ферромагнетики. Госэнергоиздат (1957).

K. GÉHER	}	Budapest, XI., Stoczek u. 2., Ungarn.
GY. ENZSÖL		





# DEFLECTION DISK AS A VISION-INFLUENCING PHENOMENON

By

N. BÁRÁNY

Departments of Precision Mechanics and Optics, Polytechnical University, Budapest

(Received October 28, 1960)

In 1665 when the Italian physicist GRIMALDI recorded his observation of the light deflection disk, he could have hardly been aware of the importance his discovery would one day attain in the image production theory underlying the designs of our optical instruments. The phenomenon he described was one of the first things to furnish a solid ground of interpretation for the undulatory nature of radiating energy to be explained and understood. The subsequent dispute, long-winded and impassioned, between the adherents of NEWTON's corpuscular theory and HUYGHEN's wave-theory settled, as we know, in favour of the latter. Numerous have been the views proposed since then and our present day approach and interpretation of optical phenomena rest on a combination of the theories arguing for the corpuscular and the undulatory nature of light propagation. The image produced by an optical instrument to some extent varies according to structure, size and light distribution of the deflection disk. Any ray-transmitting device, let it be a telescope, a microscope or a simple magnifier, can be regarded as an optical instrument only inasmuch as it is used in connection with the eye since the two together constitute an integral optical system. Consequently, in the construction of every optical instrument due regard must be paid to the function and the visual ability of the eye. The psychological responses to visual impressions, varying individually and due to observation either with the naked eye or through an optical instrument, are hereby left provisionally out of consideration.

The light deflection disk observed by GRIMALDI belongs to the class of reflexion phenomena described by FRAUNHOFER. The convergent rays of a light beam proceeding towards a point  $C$  give rise to an undulatory movement spreading radially in every direction, with  $C$  as its point of origin. The light distribution around that point depends on the circumscription of the spherical waves and on the slit shape. Assuming a narrow slit with a beam of parallel rays passing through it, and a screen at some distance to intercept the light; what appears on the screen is a system of concentric coloured rings around a bright nucleus situated in the slit axis, with the rings growing rapidly darker as their distance from the centre increases. Let  $D$  stand for the slit diameter,

$\lambda$  for the wavelength,  $t$  for the screen distance and  $x$  for the ring radius; the luminous intensity is then expressed thus:

$$H = \frac{\pi \cdot x \cdot D}{\lambda \cdot t}$$

and its variations are represented by the known function diagram curve. The size of the deflection disk, expressed in terms of degrees, is determined by the angle between two imaginary straights originating in the centre of the slit and forming a triangle with the radius of the innermost dark ring as its base. Hence:

$$r = \frac{1,22 \cdot \lambda}{D}$$

or, if  $D$  is expressed in millimetres:

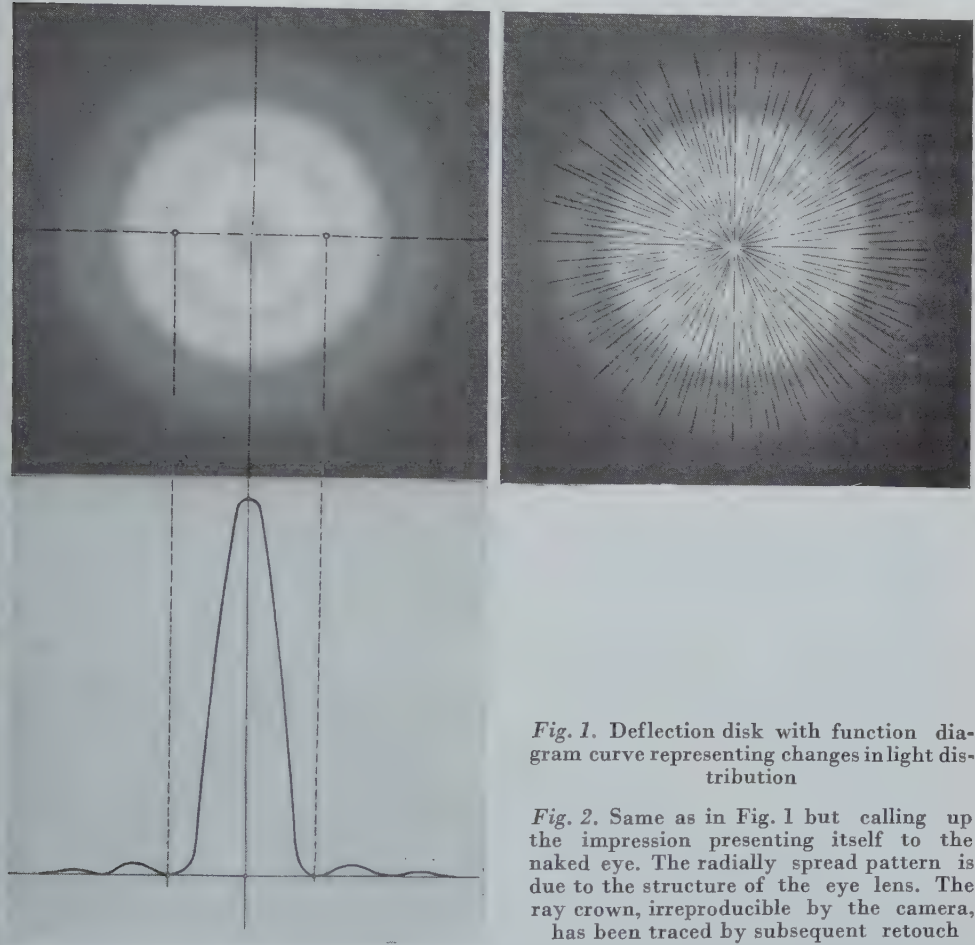
$$r = \frac{138''}{D}$$

The demarcations between the dark and the light portions of the disk produced by the luminous rays, whether achromatic or monochromatic, are hazy rather than distinct; the radius of the first dark ring is, therefore, determined as shown in Fig. 1.

To observe the deflection disk in a supermagnified state through a telescope presupposes the atmosphere to be, as it hardly ever is, entirely clam and clear. The slightest turbulence is apt to distort the disk past recognition. Much more simply and conveniently than with a telescope can the disk be demonstrated with a lycopodium filter placed before the objective, the latter having been focused to produce a clearcut image of the well-illuminated slit on either the projection screen, or the ground-glass screen of the camera. However, the photographic reproduction of the disk obtained in that way (see Fig. 1) greatly differs from the direct visual impression called forth by a distant luminous source of small extension. The unaided eye, when fixed on a single small spot of radiance in an otherwise entirely dark surrounding, gets the impression as if a multitude of short broken rays would spread forth in every direction under constant changes of position. This phenomenon, called *ray crown*, only presents itself to the eye and is irreproducible by the telescope and the photographic camera. The pattern indicated by way of instruction in Fig. 2 has been traced by subsequent retouch. The rings seen in the photograph are fairly well distinguishable as far in extent as the third; but the fourth ring already defies representation under normal times of exposure and any attempt to make it visible would involve an overexposure past reproducibility of the bright nucleus. Copies and enlargements are rather troublesome to take of the

negatives and the brilliant nucleus usually appears confluent with its environments.

The described deflection disk probably plays a certain part in the image production of every corrected optical system. It is assumed that the lens of



*Fig. 1.* Deflection disk with function diagram curve representing changes in light distribution

*Fig. 2.* Same as in Fig. 1 but calling up the impression presenting itself to the naked eye. The radially spread pattern is due to the structure of the eye lens. The ray crown, irreproducible by the camera, has been traced by subsequent retouch

the eye projects a similar kind of deflection disk on the retina. The human eye, however, is far from what may be described as a corrected optical system, to say nothing of the various vision-modifying influences to which the luminous rays are exposed while they pass across the cornea, the vitreous humour, the pupil, the eye lens and the vitreous body. Changes in shape, diameter and light distribution of the deflection disk are due to eye accommodation and to dilatation or contraction of the pupil and have been illustrated graphically



by OVE—MÜLLER—REE in empirically designed figures. Astigmatism, regular and irregular, is furthermore largely responsible for changes in shape of the deflection disk appearing on the retina.

The structure of the human eye lens itself accounts to a certain measure for the difference in design between the disk perceived visually and the one shown in the photograph. Searching for the cause of that difference, HELMHOLTZ discovered that the eye lens is divided into a number of sectors, amounting in most individuals to six, each of which presents a grated pattern with its system of parallel lines arranged so as to cut the mid-radius at right angles. The minute interstices of the grating modify the shape of the deflection disk and this change explains why a luminous source, as far as it can at all be considered punctual, never appears to the eye as punctual. The described structure of the eye lens exerts a certain influence on the process of image formation and through it on vision itself. It is well to emphasize that *vision* in this context means the *act of seeing* which presupposes the possession of a stock of experiences and can by no means be regarded as a congenital ability, in clear distinction to the *act of looking* as a primary faculty inherent even in the newborn child.

The point we propose for discussion is the analysis of certain interesting phenomena which result from the structure of the eye lens and deserve some attention, on account of the importance they have attained in the realm of fine arts, in general, and of painting in particular.

We have already seen that the deflection disk is easy to demonstrate by means of a lycopodium filter, which consists of a fine dispersible powder of vegetable origin made up of extremely small spherical lycopodium seeds, some 30  $\mu\text{m}$  in diameter. This powder is deposited in an evenly distributed thin layer on one side of a smooth glass plate, previously coated with a very fine film of vaseline which keeps the lycopodium securely fixed to it. The spread-out substance is covered with a second glass plate cautiously set on it lest an occasional slip should crease the layer or make it uneven, and the two plates are held together round their edges by means of adhesive tape. The optical filter obtained in that way, unelaborate as it is, will do as an implement for the purpose of experiment and demonstration.

The deflection disk arising on the retina owes the changes of its shape to the reticular construction of the eye lens. Small luminous sources, *e. g.* stars or distant terrestrial lights appear to the naked eye in the dark not as tiny points or small-diameter disks but as asterisks with radially extending arms varying in number from one beholder to the other. It was stated that the eye lens is divided into six sectors, each including a system of parallel lines arranged perpendicularly to the mid-radius. The optical grating formed by these sectors makes the image of a punctual source of light extend in six main directions. The arms of the asterisks appear to perform movements agreeing, in direction

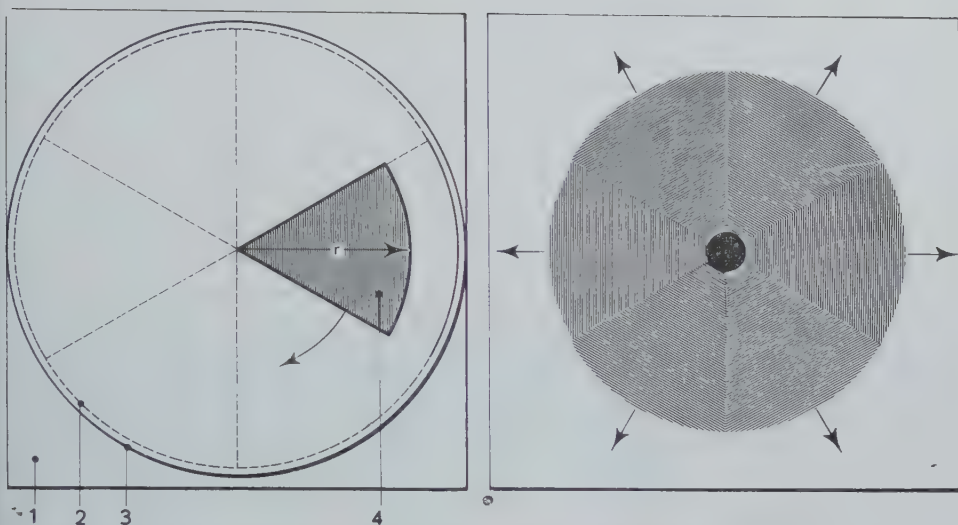


Fig. 3. Optical filter suitable for the photographic representation of the ray crown

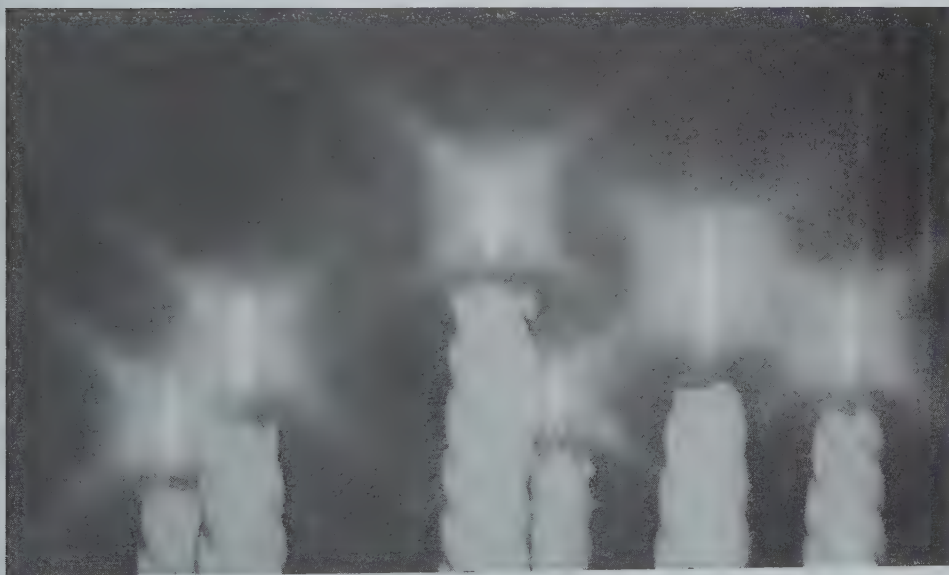


Fig. 4. Candle-flame exposure taken through a bright-illumination slit with a four-sector optical filter as shown in Fig. 3

and angular velocity, with the turns of the beholder's head. The phenomenon which immediately presents itself to the visual sense is amenable to photographic reproduction if the asterisk is brought to sight, as the deflection disk was before, by some sort of optical filter *e. g.* by one made as follows (Fig. 3).

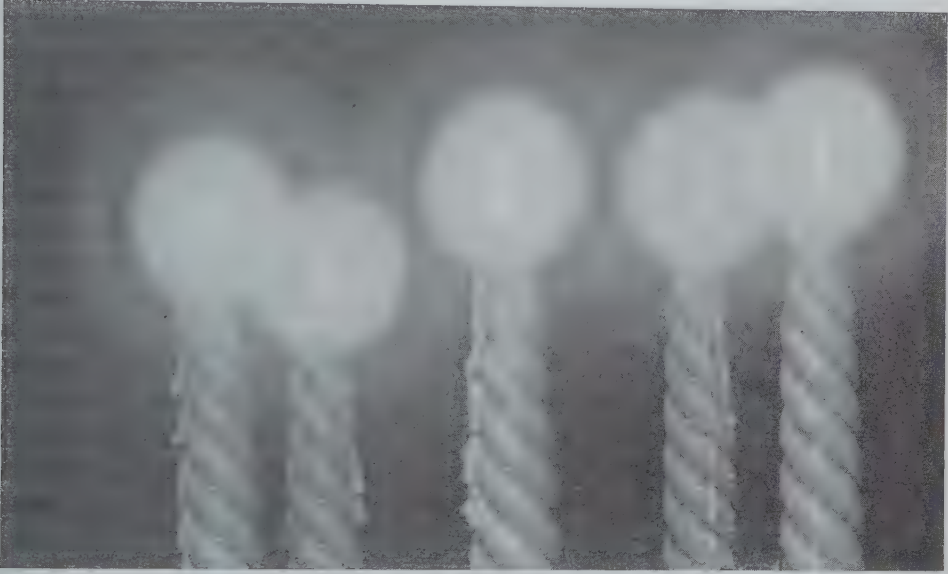
Vaseline is spread in a thin layer, as was described before, over a glass plate (1) corresponding in size to the diameter of the camera objective. A circular sheet of white paper divided into six sectors (2) is placed under the glass plate and another (3), with the area of one cut out sector (4), is carefully set over it. The upper sheet is gradually turned round and in each position of the blank sector one finger is gently over the vaseline passed at right angles to the mid-radius. The region around the centre where the parallel lines appear somewhat mis-shapen, is covered with a small piece of circular black cardboard. The grating obtained in that way, again not an absolutely perfect one, offers the advantage of being reproducible and permits the layer thickness to be altered. A filter of this type, only with four sectors instead of six, has been used in photographing the candle flames in Fig. 4. Occasional asymmetry or differences in length and radiance between the arms of the asterisks may be due to variations in thickness and distribution of the vaseline layer or to position faults of the sectors or to inequalities in the interstices of the manually prepared grating. The radially disposed streaks of light appearing on the ground-glass screen of the camera betray the position and follow the turnings of the filter on the objective, and can be adjusted according to the photographer's individual taste. Such a turn has the consequence that one arm of the asterisk dims while the other grows brighter. The observer after a short practice will be able to determine the filter position at which the image is going to appear symmetrical. The distance between the luminous source and the objective matters a great deal. Light distribution is at its best if the luminous source lies in the optical axis. It is, therefore, recommended to use a mirror-reflex camera which permits the position of the filter to be checked while the exposure is taken.

Fig. 1 and Fig. 2 represent slits brightly illuminated. Much the same patterns are obtainable in various degrees of intensity from other current types of luminous source, say from a burning candle. The closer the camera is brought to the object, the more lengthened in direction of the flame axis does the disk or the asterisk appear. Constriction of the diaphragm aperture reduces the disk diameter or the lengths of the asterisk arms. As to selection of the exposure period, there is so much room in photography for personal taste and imagination that no hard and fast rules can be offered. Nature herself is the safest guide to go by and the picture will be the better, the more faithfully it reproduces the phenomenon as seen by the naked eye. By way of guidance it should be mentioned that the candle photos attached to the present paper (*viz.* all except Nos. 1 and 2) have been taken with an antireflexion-coated



Tessar objective, relative aperture 1 : 4.5, focal length 21 cm, on Agfa Isopan F glassplate negative, size 9 by 12 cm, sensitivity 17/10 DIN, exposure period 1/5 sec. Periods shorter or longer than that result either in under-exposure with the asterisk arms curtailed and the candle-flame contrasts accentuated, or in over-exposure respectively, with the arms lengthened and the flame appearing on soft-paper magnifications as if merged into the surrounding ray crown.

Fig. 5 shows a lycopodium-filter exposure of the candle-flame group, not in agreement with the natural eye-sight impression. Closer to it, in point



*Fig. 5. Lycopodium-filter exposure of candle-flame group*

of fidelity, is Fig. 6, made with a twelve-sector filter. The fact, strange as it may appear at first, can hardly be called into question at the sight of this picture that man's spontaneous carving for symmetry is at variance with nature's aversion to it.

Familiarity with the here-discussed phenomenon dates back to a considerable time. Painters made use of it with more or less success; designers in their representations of the candle flame hinted at it by tracing the diagonals of an upright square. The object represented as a mere physical phenomenon in Fig. 6 makes an artistic element of picture composition and comes to life the moment it is placed in a surrounding apt to evoke illusion. The candle-light scene in picture 7 conveys the evening atmosphere of an interior. Its aesthetical judgment is a question we are here not concerned with. But it merits attention



*Fig. 6.* Candle flame photographed with a 12-sector filter. The picture gives a more natural impression than Fig. 5

that the portion of space embraced and sharply reproduced by the objective is wider than what the human eye would be able to take in at a single glance. Not, unless the flames were situated in the line of sight or close to it, would direct eye vision obtain a similar impression of the scene, even then with the image definition diminishing towards the edges of the field of vision.

So much about the general features of the ray crown as a long known visual phenomenon; greater importance attaches to the role it plays in the construction of optical instruments. The quality of a telescope, a microscope, etc. depends, apart from its optico-geometrical dimensions, on the resolving power and the contrast ratio. In modern instruments these two are closely correlated with the visual function of the eye which, in turn, is strongly influenced by psychological motives.

Before the rays of a luminous source reach the lens as the chief image-producing part of the eye, they pass through the cornea, the vitreous humour, the vitreous body, etc. and probably suffer some slight change from each of them. The optical function of the eye lens is a question not fully elucidated yet. The more we succeed in throwing light on that function, the more probably will we be able to achieve that the images produced by our optical instruments should resemble in quality and light distribution those presenting themselves on the retina. The ray crown is one of the proofs to remind us thereof. For a long time FRAUNHOFER's interpretation of the deflection disk was accepted as sufficient for explaining physiologically the structure of the image produced by the eye lens. Recent optical researches and their bearings on modern instrument construction urgently called for a revision of the entire problem to which the right answer is still outstanding. Intervening psychological motives as well as doubt about the ways how the organic parts within the eye ball perform their functions add to the difficulty of the question.

Neither the optico-geometrical conditions of the eye nor the undulatory nature of light propagation suffice for offering an adequate explanation of the visual process. Not until the question how a picture arises on the retina has been fully settled, will it be possible to assimilate the design of an optical instrument to the structure of the eye.

Obviously, the mechanism operative in producing the deflection disk in a corrected optical system does not apply without further qualification to the visual function of the eye. Leaving aside the still not quite unsolved function of the eye lens, it seems safe to state that eye accommodation, frequent changes in size of the pupil aperture and irregular astigmatism, in particular, are responsible for the fact that the deflection disk on the retina is largely subject to variations in diameter, shape and light distribution.

The measure of resolving power depends on diameter, shape and light distribution of the deflection disk. This holds true both for the optical instrument and for the eye and, although each of them has a separate optical system,





*Fig. 7.* Candle-light scene suggestive of evening atmosphere, with apparent ray-crown as presenting itself to the naked eye

they are to be examined and discussed together. In designing an optical instrument, the engineer should not ignore the peculiar character of the eye function which exerts its influence on the ray path, no matter how well corrected the optical system was from where the rays issued. The binocular, among other devices, testifies to the presence of these psychological vision-modifying influences. The lower the distortion factor of an instrument the better is the image it produces: the adoption of this axiom in the design of earlier binoculars resulted in selecting their optico-geometrical dimensions so as to keep the tangential distortion ratio as low as 1 or thereabouts. But experience showed that the high-fidelity image obtained under such conditions is accompanied by certain disagreeable visual effects which are traceable back to psychological motives and trouble the observer especially when his look-out is from a vehicle under progress. Consequently, improvement of the visual performance of the binocular has been achieved paradoxically enough by an increase of the distortion factor.

The effects of these psychological motives probably extend over the resolving capacity of the eye. The criterion of RAYLEIGH's limit of anatomical resolving power needs a revision, since POLYÁK's histological examinations of the eye revealed that each deflection disk affects more than 30 receptors at the same time. The intricate structure of the retina is still far from being explored. Little do we know about the behaviour and correlation of the single receptor groups, non more about the changes occurring in them under the influence of light. Not until we have come to know the visual mechanism of the eye in every detail, can we increase the resolving power of our instruments and improve upon their aiming, reading and focussing accuracies.

### Summary

The deflection disk is discussed as a vision-influencing phenomenon attributable to the undulatory nature of light propagation. Changes in its appearance due to the physiological structure of the eye lens are demonstrated by a few experimental presentations of it. The author attaches importance to these changes which he thinks may furnish a basis for improvements in the designing of optical instruments.

Prof. N. BÁRÁNY, Budapest, XI., Gombocz Z. u. 17.



## **ОЧЕРК ОБЩЕЙ ТЕОРИИ ЗАНЯТОСТИ ДЖ. М. КЕЙНСА**

Л. САМУЭЛИ

Кафедра политической экономии Будапештского политехнического института

(Представлено зав. кафедрой доцентом д-ром И. Девичем).

(Поступило 31 января 1961 г.)

### **1. Проблема безработицы**

Свойственная капитализму тенденция к постоянному увеличению размеров относительного перенаселения в условиях общего кризиса капитализма приобретает новые черты: резервные армии труда достигают громадных размеров и превращаются в постоянные многомиллионные армии безработных. Хроническая безработица сохраняется даже в периоды наиболее высокой конъюнктуры. Эта хроническая массовая безработица является очевидным доказательством тупика, в который зашла капиталистическая система, доказательством тех оков, которые накладывает эта система на развитие производительных сил общества. Безработица при капитализме, особенно в условиях общего кризиса капитализма, будучи страшным бичем для трудящихся, становится вместе с тем социальной опасностью для господствующих классов.<sup>1</sup>

Поэтому проблема безработицы, или, как выражается Кейнс, проблема занятости является основной исходной проблемой в теории Кейнса, разрешению которой и посвящена последняя. «Наша цель... состоит в том, — пишет Кейнс, — чтобы выяснить, чем определяется в каждый данный момент национальный доход данной хозяйственной системы и (что почти то же самое) величина занятости в ней... Нашей конечной целью может быть отбор таких переменных величин, которые поддаются сознательному контролю или управлению со стороны центральных властей в рамках той хозяйственной системы, в которой мы живем» (т. е. в рамках капитализма — Л. С.).<sup>2</sup>

Теория занятости Кейнса строится на теории «классической» школы Джевонса—Маршалла—Пигу, два основных «постулата» которой Кейнс формулирует следующим образом: 1) «Заработная плата равна предельному продукту труда»; 2) «Полезность заработной платы при данном количестве

<sup>1</sup> «При массовой безработице расцветает демагогия, — пишет кейнсианец Л. Клейн. — Психология безработного рабочего такова, что он охотно слушает многие опасные доводы, если они обещают работу. Найдется немного социальных условий, которые действуют более гнетуще, чем вынужденная праздность и вынужденное воздержание от потребления» (LAWRENCE R. KLEIN, *The Keynesian Revolution*, New York 1948, p. 166.)

<sup>2</sup> J. M. KEYNES, *The General Theory of Employment, Interest and Money*, Macmillan, London 1936, p. 247.



занятых рабочих равна предельной тягости труда при этой величине занятости»<sup>3</sup>. Первый постулат Кейнс принимает, а второй отвергает.

Смысл первого постулата заключается в том, что заработная плата занятого рабочего равна продукту труда предельного рабочего, т. е. той стоимости, «которая была бы потеряна, если бы занятость была сокращена на одну единицу».<sup>4</sup> Исходя из теории «предельной производительности» труда, по которой каждое дополнительное приращение труда, увеличение числа занятых, при условии неизменных масштабов применяемого в производстве капитала, дает более низкую производительность труда, чем предыдущее приращение, заработная плата определяется наименьшей производительностью труда, получаемой при данном числе рабочих и данной величине капитала. Таким образом, рост числа занятых влечет за собой соответствующее сокращение заработной платы.

Определение заработной платы рабочих производительностью их труда — не новинка в арсенале вульгарной апологетики. Еще Сэй исходил из того, что заработная плата равняется продукту труда рабочего. Такая постановка вопроса призвана скрыть факт капиталистической эксплуатации рабочего класса, доказывая, что рабочий получает продукт своего труда полностью, и следовательно в интересах рабочих стоит не борьба с капиталистами-предпринимателями за повышение заработной платы, а увеличение производительности своего труда. Интересы капиталиста и рабочего, таким образом, не противоположны друг другу, а наоборот, находятся в полнейшей гармонии. Таков апологетический смысл этой теории, рассчитанной на прямой обман рабочего класса.

Теория «предельной производительности» труда опирается на вымышленный закон убывающей производительности труда каждого нового рабочего в силу нарушения оптимальных пропорций между отдельными факторами производства. Эта теория игнорирует рост технической оснащенности предприятий, совершенствование техники и технологии производства, более рациональное размещение и использование рабочей силы, наконец, рост интенсификации труда и эксплуатации рабочих, которые присущи в действительности процессу капиталистического производства. Эта беспочвенная абстракция допускает и такое предположение, будто найдется капиталист, который будет увеличивать число занятых рабочих при неизменном качественном и количественном состоянии техники, технологии, организации производства и пр., т. е. создавать на предприятии излишек рабочей силы, увеличивать издержки производства. Такое положение целиком и полностью абсурдно для капиталистического способа производства, для которого характерно, на самом деле, рост органического строения капитала, относительное, а временами и абсолютное сокращение числа занятых.

<sup>3</sup> J. M. KEYNES, *General Theory*, p. 5.

<sup>4</sup> *Ibidem*, p. 5.

Надуманый характер этой предпосылки особенно проявляется при сопоставлении ее с реальными условиями, которые создал общий кризис капитализма с его хронической недогрузкой промышленных предприятий, перепроизводством производственных мощностей и значительными запасами нереализованной промышленной и сельскохозяйственной продукции. Теория «убывающей производительности труда» фактически повторяет пресловутый мальтузианский закон «убывающего плодородия» земли, который, как писал В. И. Ленин, «представляет из себя бессодержательную абстракцию, которая оставляет в стороне самое главное: уровень техники, состояние производительных сил»<sup>5</sup>.

Для чего же понадобилось буржуазной политической экономии оживить в несколько видоизмененной форме эти обветшалые и давным-давно опровергнутые теории? Прежде всего они понадобились для апологии капиталистической эксплуатации, для вуалирования истинного источника и характера прибавочной стоимости и заработной платы, для борьбы с экономической теорией марксизма. Но одновременно с этим они оказались необходимыми для теоретического обоснования наступления на жизненный уровень рабочего класса под флагом борьбы с безработицей. Ведь, если увеличение числа занятых возможно только при снижении средней заработной платы, то причина массовой безработицы в конечном итоге будет лежать в высоком уровне заработной платы; следовательно, безработица может быть ликвидирована или сокращена только при снижении заработной платы — таков сокровенный смысл первого «постулата» кембриджской школы, с которым Кейнс полностью согласен и солидарен.<sup>6</sup>

Второй «постулат» кембриджской школы, который Кейнс формулирует, как упоминалось выше, следующим образом: «полезность заработной платы при данном количестве занятых рабочих равна предельной тяжести труда при этой величине занятости» — имеет следующий смысл: нормальная, «естественная» заработная плата, складывающаяся соответственно фактическому соотношению спроса и предложения на рынке труда, всегда уравнивает желание, точнее, «нежелание» рабочих работать, то, что буржуазная политическая экономия называет «тягостью труда» (**disutility of labour**). «Тягость здесь следует понимать в том смысле, — объясняет Кейнс, — что она включает всякое основание, могущее побудить отдельного человека или

<sup>5</sup> В. И. Ленин, Соч., т. 5, стр. 93.

<sup>6</sup> «...как правило, — пишет Кейнс, — увеличение занятости может наступить только вместе с уменьшением ставок реальной заработной платы. Таким образом, я не оспариваю этого важного факта, который экономисты-классики совершенно правильно считали непреложным. При данном состоянии организации, средств производства и техники реальная заработная плата на единицу труда находится в совершенно определенной (обратной) корреляции с объемом занятости. Таким образом, если занятость возрастет, тогда в применении к коротким периодам вознаграждение за единицу труда, выраженное в товарах рабочего потребления, должно, вообще говоря, снизиться, а прибыль увеличиться» (J. M. Keynes, *Op. cit.*, p. 17.)

группу людей скорее вовсе не работать, чем согласиться на заработную плату, полезность которой для них ниже известного минимума.»<sup>7</sup>

Таким образом, если существует безработица, то эта безработица «добровольная», так как она является результатом нежелания рабочих работать за установленную заработную плату, т. е. рабочие сами обрекают себя на нищету. Эта теория «добровольной безработицы» проф. А. С. Пигу была выдвинута в период общего кризиса капитализма для объяснения причин массовой безработицы, так как прежняя теория так называемой «фрикционной безработицы», вообще отрицавшая возможность общей безработицы и признававшая лишь временную, частичную, спорадическую безработицу, связанную с переходом рабочих с одного предприятия на другое, из одной отрасли в другую, — эта теория вообще ничего не могла объяснить даже вульгарным экономистам.

Пигу исходит из учения Джевонса—Маршалла о т. н. тягостности труда, по которому рабочий, оценивая свой труд с точки зрения своих субъективных переживаний, согласен продавать свой «труд» лишь до тех пор, пока предельная полезность продуктов, покупаемых на заработную плату, будет, по крайней мере, не ниже предельной тягостности труда. Отсюда делается вывод, что если рабочий не имеет работы, значит, причина этого в том, что он слишком высоко оценивает тягость своего труда и поэтому предпочитает вовсе не работать. Следовательно, безработица — это продукт лени рабочих, их склонности к праздности.

Эта беззастенчивая апологетическая «теория» направлена прежде всего против трудового законодательства, коллективных договоров и вообще против деятельности профсоюзов, обвиняя последних в том, что они якобы создают безработицу (!), требуя повышения заработной платы.

Теория «добровольной безработицы» извращает факты капиталистической действительности, замалчивая то, что рабочие *вынуждены продавать* свою рабочую силу при капитализме независимо от того, нравится им это или нет. Ссылка на «склонность рабочих к ничегонеделанию» игнорирует действительное экономическое положение трудящихся и фактически оправдывает дальнейшее снижение заработной платы.

Такая явная апологетика, естественно, не могла вызвать какой-либо симпатии среди трудящихся и в первую очередь среди рабочего класса, кроме того, проповедь прямого снижения заработной платы как средства ликвидации безработицы отнюдь не решала эту проблему. Поэтому теория «добровольной безработицы» в условиях обостряющихся экономических кризисов не могла быть приемлемой и для буржуазии.

Поэтому критика Кейнса направлена против второго «постулата». Кейнс не отказывается от «фрикционной» и «добровольной» безработицы, но

<sup>7</sup> J. M. KEYNES, Op. cit., p. 6.



решительно утверждает, что существует и вынужденная безработица. Это весьма знаменательный шаг, так как в лице Кейнса официальная буржуазная экономическая теория впервые признала столь очевидный факт, что существует безработица, которая совсем не зависит от «предельной тягости», от «жертв» труда и им подобных порождений вульгарной апологетики.

Возражения Кейнса против второго постулата таковы:

1) «Полезность» денежной заработной платы, выражающаяся в количестве предметов потребления рабочих, не является точным показателем «предельной тягости» труда. Почему? Во-первых, потому что реальная заработная плата может снижаться вследствие роста цен на предметы потребления, а предложение рабочей силы на рынке труда совсем не сокращается. Это объясняется взаимно противоположным направлением движения реальной и номинальной заработной платы.<sup>8</sup> Выдвигаемая Кейнсом тенденция противоположного движения реальной и номинальной заработной платы является ни чем иным, как абсолютизацией случая инфляции, когда рост цен действительно обгоняет рост номинальной заработной платы, вследствие чего реальная заработная плата падает. Однако в целом абсолютизация такого рода вряд ли соответствует фактам действительности, и позднее последователи Кейнса вынуждены были признать, что их учитель в этом отношении ошибался.<sup>9</sup>

Во-вторых, всегда имеется вполне достаточно безработных, желающих получить работу и при данной заработной плате. Кейнс ссылается на факт массовой безработицы в США в 1932 г., говоря, что маловероятно, чтобы эта безработица была «порождена не то упрямым отказом рабочих согласиться на понижение денежной заработной платы, не то их упрямыми требованиями реальной заработной платы выше того, что могла обеспечить производительность хозяйственной системы».<sup>10</sup>

2) Основным возражением Кейнса против второго «постулата» является то, что общий уровень заработной платы не зависит от исхода торга рабочих с предпринимателями, а следовательно не может уравнивать и «предельную тягость» труда. Причина этого кроется в том, что вследствие противоположного движения номинальной и реальной заработной платы у рабочих

<sup>8</sup> По этому поводу Кейнс пишет: «... в случае изменения общего уровня заработной платы будет установлено, как я думаю, что изменения реальной заработной платы, сочетающиеся с изменениями денежной заработной платы, обычно отнюдь не происходят в том же направлении, а почти всегда в противоположном. Иными словами, будет установлено, что когда растет денежная заработная плата, реальная заработная плата падает, а когда падает денежная заработная плата, растет реальная заработная плата». (Op. cit., p. 10.).

<sup>9</sup> Так, например, Л. Клейн ссылается в своей книге на статистические исследования Дж. Т. Данлопа и Л. Таршиса, которые на основе анализа данных по Англии и США пришли к выводу, что между изменением денежной и реальной заработной платы в этих странах наблюдается тесная положительная корреляционная связь. «Хотя эти статистические исследования не являются «строгими доказательствами», все же, кажется, Кейнс ошибался в своих расчетах (backed the wrong horse)». (L. KLEIN, *The Keynesian Revolution*, pp. 106—107.).

<sup>10</sup> J. M. KEYNES, Op. cit., p. 9.



не существует никакого способа точного определения уровня реальной заработной платы, поэтому рабочие требуют лишь определенный минимум денежной заработной платы. «Рабочие обычно противятся сокращению денежной заработной платы, — пишет Кейнс, — но они не прекращают работы всякий раз, как поднимаются цены товаров рабочего потребления».<sup>11</sup> Следовательно, если прямое снижение номинальной заработной платы встречает энергичный отпор рабочих, то снижение реальной заработной платы окольным путем вследствие еще недостаточной организованности рабочих такого сопротивления может и не вызвать: «Всякий профессиональный союз, — пишет Кейнс, — окажет сопротивление урезке денежной заработной платы, какой бы небольшой она ни была. Но, поскольку ни один профессиональный союз не помышляет о стачке при всяком повышении стоимости жизни, профессиональные союзы не создают препятствий всякому увеличению совокупной занятости, как это утверждает классическая школа».<sup>12</sup>

Таким образом, расхождение Кейнса с теорией кембриджской школы, проповедовавшей прямое снижение заработной платы, не носят принципиального характера. Во-первых, Кейнс стоит на общих теоретических и методологических позициях со сторонниками снижения заработной платы. Признавая первый «постулат» о равенстве заработной платы предельному продукту труда, Кейнс тем самым фактически признал, как мы это видели выше, наличие косвенной связи между расширением занятости и падением заработной платы. Во-вторых, рассуждения Кейнса о различии в движении реальной и номинальной заработной платы на деле являются теоретическим обоснованием лишь более изощренных методов наступления на жизненный уровень рабочего класса путем снижения покупательной способности денег, создания инфляционной экономики.

Поэтому в высшей степени являются странными попытки современных кейнсианцев<sup>13</sup> и правых социал-демократов представить Кейнса как борца за интересы рабочего класса, противника снижения заработной платы и т.п. Кейнс осознал тот факт, что урезка заработной платы влечет за собой сокращение платежеспособного спроса и поэтому не всегда применима как средство для борьбы с безработицей. Однако Кейнс никогда не считал теории кембриджской школы несостоятельными с принципиальной стороны, никогда не отвергал полностью проповедь снижения заработной платы как благотворной и желательной экономической политики. Этого отнюдь не скрывает и буржу-

<sup>11</sup> J. M. KEYNES, Op. cit., p. 9.

<sup>12</sup> Ibidem, p. 15.

<sup>13</sup> «Чтобы ни говорили рабочие лидеры и левые экономисты о буржуазной окраске (emphasis) Кейнса, они должны понять, что он упорно боролся против тех теорий, которые в депрессии упрекали трудящихся (labor)». (L. KLEIN, *The Keynesian Revolution*, p. 46.) «Снижение заработной платы ныне неприемлемо как подход к решению проблемы занятости даже среди лидеров бизнеса. Кейнс, более чем кто-либо другой, ответствен за эту революционную перемену в экономическом мышлении». (SEYMOUR E. HARRIS, *J. M. Keynes. Economist and Policy Maker*, New York 1955, p. 130.)

азный историк экономической мысли Эмиль Жамс, который пишет следующее: «Кейнс был также противником стабильной реальной заработной платы, рассчитанной на длительный период времени. Его беспокоила отнюдь не несправедливость в распределении доходов, а неполная занятость; точнее несправедливое распределение беспокоило его лишь в пределах сохранения полной занятости... Кейнс считал, что рабочие и служащие, соглашаясь на понижение реальной заработной платы, тем самым платят за сохранение полной занятости».<sup>14</sup>

Не выступая в принципе против теории кембриджской школы, Кейнс лишь ограничивает сферу ее применения, считая, что она действительна только в случае, когда «равенство реальной заработной платы предельной тяжести труда при данном объеме занятости, которое предполагается вторым постулатом классической школы, соответствует, при реалистическом истолковании, отсутствию «вынужденной» безработицы. Такое состояние мы будем называть «полной» занятостью. «Фрикционная» и «добровольная» безработица совместимы (!) с «полной» занятостью, определяемой таким образом»<sup>15</sup> (Следовательно, у Кейнса и при «полной» занятости будет ... безработица!). Итак, ключевой проблемой является достижение «полной занятости», т. е. ликвидация вынужденной безработицы.

Решение проблемы занятости Кейнс видит в преодолении недостаточности общественного спроса. В этом состоит сущность новой для вульгарной экономики трактовки проблемы занятости. В буржуазной политической экономике свыше 100 лет господствовал так называемый «закон» Сэя, отрицавший возможность общего кризиса перепроизводства, так как предложение товаров якобы одновременно рождает и спрос на них. Это вульгарное положение, отождествлявшее простой продуктообмен с товарным обращением, не видевшее специфики обращения товаров как единства и внутренней противоположности двух последовательных актов купли-продажи, которое уже при простом товарном производстве содержит формальную возможность кризисов, — в свое время было полностью разгромлено Марксом. «Трудно представить себе что-либо более плоское, — писал Маркс, — чем догмат, будто товарное обращение обязательно создает равновесие между покупками и продажами, так как каждая продажа есть в то же время купля, и *vice versa* (наоборот). Если этим хотят сказать, что число действительно совершившихся продаж равно числу покупок, то это — бессодержательная тавтология. Однако догмат этот имеет в виду нечто большее: им хотят доказать, будто продавец приводит за собой на рынок своего покупателя».<sup>16</sup> «Закон» Сэя, провозглашая неограниченные возможности для развития капитализма, затушевывал противоречия последнего, в первую очередь, противоречие между производством и

<sup>14</sup> EMILE JAMES, *Histoire de la pensée économique au XX<sup>e</sup> siècle*, Paris 1955, p. 342.

<sup>15</sup> J. M. KEYNES, *Op. cit.*, pp. 15—16.

<sup>16</sup> К. Маркс, «Капитал», т. I. Москва, Госполитиздат, 1953 г. стр. 119—120.

потреблением. Абсурдность «закон» Сэя признавали многие мелкобуржуазные критики капитализма — Сисмонди, Гобсон и др., — но вплоть до Кейнса буржуазная академическая наука, теснимая общим кризисом капитализма и мировым экономическим кризисом 1929—33 гг., не порвала с этим «законом».

Кейнс, в отличие от своих предшественников — Сэя, Милля, Маршалла и др., считал, что при современном капитализме предложение не соответствует спросу вследствие недостаточности общественного потребления, которое не компенсируется должным объемом инвестиций. Поэтому решение проблемы безработицы зависит от обеспечения «эффективного спроса».

## 2. Теория «эффективного спроса»

Кейнс, отказавшись от старого догмата буржуазной политической экономии, провозглашавшего полное соответствие общественного спроса и предложения, разработал свою теорию обеспечения «эффективного спроса», т. е. совокупного спроса, соответствующего совокупному предложению общества.

### а) Проблема сбережений и инвестиций

Рассматривая составные части совокупного спроса, Кейнс пришел к выводу, что при современном капитализме недостаток личного потребления не компенсируется соответствующим объемом инвестиций, так как склонность общества к потреблению и побуждения к инвестированию определяются факторами различного порядка.

Сначала Кейнс останавливается на анализе факторов, определяющих расходы на потребление. Верный своему субъективному методу анализа, Кейнс исходит из мотивов индивидов, когда они определяют размер своего потребления. Это заведомо ложный путь анализа, так как потребление отдельных индивидов в обществе определяется не их субъективными мотивами и склонностями, точнее, сами мотивы определяются тем местом, которое данный индивид занимает в системе общественного производства и распределения. Такой метод исследования, который за первичное берет превратные представления агентов капиталистического производства, не может привести ни к чему иному, как к совершенно ложным выводам и солидной доле утопизма.

Один из главных факторов «эффективного спроса» — «склонность к потреблению» — Кейнс определяет как функциональную зависимость между определенным объемом дохода ( $Y$ ) и суммой расходов на потребление ( $C$ ). Склонность к потреблению зависит от различных «мотивов к расходованию», однако, проанализировав действие различных индивидуальных мотивов, Кейнс вынужден был констатировать тот очевидный экономический факт,



что объем потребления зависит не от побуждений и соображений индивидов, а от изменения объема дохода общества.<sup>17</sup> Эта зависимость определяется знаменитым «основным психологическим законом» Кейнса:

«Основной психологический закон, на который мы можем положиться не только *a priori*, исходя из нашего знания человеческой природы, но и на основании детального изучения опыта, состоит в том, что люди склонны, как правило, увеличивать свое потребление с ростом дохода, но не в той же мере, в какой растет доход».<sup>18</sup> Следовательно, предельная склонность к потреблению:  $\frac{\Delta C}{\Delta Y} < 1$ .

Поскольку Кейнс отвлекается от объективных условий производства и распределения, ему не остается ничего иного, как выводить условия потребления общества из человеческой природы. Тем самым Кейнс замалчивает классовую природу потребления в буржуазном обществе, где потребление рабочих подчиняется закону стоимости рабочей силы, а потребление капиталистов определяется размерами прибавочной стоимости, которые позволяют им утопать в роскоши, отнюдь не препятствуя при этом процессу накопления капитала. Кейнс отождествляет психологию рабочего и капиталиста, декларируя свой психологический закон, общий всем людям и всем обществам.

Своим «психологическим законом» Кейнс пытается дать объяснение присущему капиталистическому способу производства противоречию между тенденцией к безграничному росту производства и ограниченным ростом общественного потребления. В сознании буржуазного экономиста это противоречие преломляется в виде констатации того факта, что, «чем крупнее наши доходы, тем больше, к несчастью, разница между нашими доходами и нашим потреблением».<sup>19</sup> Своей трактовкой противоречия между безграничным ростом производства и ограниченным платежеспособным спросом в капиталистическом обществе Кейнс пытается свести его к «вечным», «естественным» экономическим тенденциям. Оказывается, по Кейнсу, нищета и безработица народных масс объясняется «богатством» общества вообще, а не кучки капиталистов-монополистов, отставание роста платежеспособного спроса объясняется абсолютным насыщением общества, а не жалкими жизненными условиями трудящихся при капитализме.

Разрешение этого противоречия Кейнс видит в увеличении инвестиций, которые должны компенсировать недостаточный в силу «психологического закона» рост потребительского спроса для поддержания необходимого объема

<sup>17</sup> «Хотя прочие факторы могут изменяться ..., — пишет Кейнс, — совокупный доход, выраженный в единицах заработной платы, является, как правило, главной переменной величиной, от которой будет зависеть относящаяся к потреблению слагаемая функции совокупного спроса». (Op. cit., p. 96).

<sup>18</sup> J. M. KEYNES, Op. cit., p. 96.

<sup>19</sup> J. M. KEYNES, Op. cit., p. 105.



занятости.<sup>20</sup> Центральная проблема в теории Кейнса — это проблема сбережений и инвестиций, от равновесия которых зависит установление «полной занятости» (т. е. нормальный ход процесса капиталистического воспроизводства). Основная трудность, по мнению кейнсианцев, заключается в переводе сбережений в инвестиции. Таким образом, в противоречии сбережений и инвестиций видит теория Кейнса непосредственную причину экономических трудностей капитализма, кризисов и безработицы.

Насколько верно отражают кейнсианские категории сбережений и инвестиций реальную картину процесса капиталистического производства?

Под сбережениями кейнсианцы подразумевают сбережения вообще, неистраченный доход широкой публики, т. е. капиталистов и трудящихся. Но «сбережения» капиталистов и трудящихся имеют совершенно различное происхождение и играют совершенно различную роль в процессе капиталистического воспроизводства. Известно, что капиталист часть присваиваемой прибавочной стоимости потребляет лично, другую же часть ее применяет как капитал, т. е. накапливает. Маркс писал, что «это деление производит именно владелец прибавочной стоимости, капиталист. Оно, стало быть, является актом его воли. Относительно той части собранной им дани, которую он накапливает, говорят, что он сберегает ее, так как он ее не проедает, т. е. так как он выполняет здесь свою функцию капиталиста, функцию самообогащения».<sup>21</sup>

Таким образом, «сбережения» капиталиста являются существенным и необходимым моментом в процессе расширенного капиталистического воспроизводства. «Излишними», «вредными» сбережения капиталиста становятся тогда, когда они не могут найти себе производительного применения как капитал. Еще Маркс отмечал явления перенакопления капитала, т. е. появление капиталов, не находящих себе применения, наряду с перенаселением как проявление внутренних противоречий капиталистического способа производства. Перенакопление капитала особенно резко проявляется в моменты экономических кризисов перепроизводства и последующей депрессии, когда происходит частичная приостановка процесса кругооборота капиталов на всех его трех стадиях, приводящая к накоплению запасов нереализованной товарной продукции, увеличению предложения свободных денежных капиталов, росту незагруженных производственных мощностей. Эти явления особенно обостряются в период общего кризиса капитализма, становясь хроническими. Следовательно, наличие «излишних» сбережений капитали-

<sup>20</sup> «Этот простой принцип («основной психологический закон» — Л. С.) ведет к тому же заключению, к которому мы пришли и раньше, а именно, что занятость может расти только *pari passu* с увеличением инвестиций. Иное положение возможно лишь тогда, если изменится склонность к потреблению. Поскольку расходы потребителей растут меньше, чем растет при увеличении занятости совокупная цена предложения, увеличение занятости окажется нерентабельным, если разрыв не будет заполнен увеличением инвестиций». (J. M. KEYNES, *Op. cit.*, p. 98.)

<sup>21</sup> Маркс, «Капитал», т. I., стр. 597.

стов являются не причиной, а лишь одним из проявлений кризисного состояния капиталистической экономики.

Теория Кейнса сваливает в одну кучу «сбережения» капиталистов и сбережения трудящихся. Известно, что заработная плата обеспечивает лишь минимум средств существования (и то не всегда) для трудящихся, поэтому возникает законный вопрос, о каких сбережениях, которые якобы являются причиной недостаточности общественного спроса, может идти речь. На этот вопрос американский автор Л. Клейн отвечает следующим образом: «В нашем современном индустриальном обществе, построенном на индивидуалистических принципах, имеются очевидные причины для создания сбережений людей. Они сберегают на черный день, когда они станут безработными, больными, инвалидами или слишком старыми, чтобы работать. Они должны попытаться обеспечить будущие расходы на создание семейного очага в течение супружеской жизни, на обучение своих детей, на покрытие расходов по материнству, расходов на похороны и т. д.»<sup>22</sup> Такие сбережения отнюдь не могут являться «излишними» или свидетельствовать об абсолютной насыщенности покупательного спроса! Тем более они не могут повлечь к какой-либо приостановке процесса капиталистического воспроизводства, так как они по существу представляют отсроченный спрос, в целом уравнивающийся соответствующими расходами в масштабах всего общества.

Таким образом, категория сбережений в кейнсианской литературе затушевывает истинные отношения капиталистического производства, весьма приблизительно и искаженно отражая реальные факты капиталистической действительности.

Следует отметить, что современные последователи Кейнса, рассматривая «склонность к потреблению», лишь с некоторыми оговорками принимают «основной психологический закон» Кейнса, свойственный якобы всем временам и обществам. Как показали статистические и эконометрические изыскания Дж. Дьюзенберри, Ф. Модильяни, Хаавелмо, Ж. Тинбергена, С. Кузнеца и др., величина сбережений сильно колеблется в зависимости от хода экономического цикла и других факторов, т. е. в короткие периоды такой единообразной психологической склонности не наблюдается. Исследования буржуазных экономистов подтверждают также и то, что построение Кейнса, игнорирующее классовую структуру и способ распределения капиталистического общества, фактически зиждется на песке. Как пишет Э. Жамс, обобщая итоги статистических исследований: «Они (т. е. исследователи этой проблемы — Л. С.) особенно подчеркнули то, что средняя склонность к потреблению изменяется в зависимости от того, к какому социальному классу она относится и в какой стране проявляется, а также то, что она изменяется и во времени. Жители городов расходуют большую часть своего дохода, чем кре-

<sup>22</sup> L. KLEIN, *The Keynesian Revolution*, p. 176.

стьяне; люди свободных профессий сберегают сравнительно небольшую часть дохода; получающие заработную плату — очень мало».<sup>23</sup> Современные буржуазные экономисты упрекают Кейнса также и в том, что он ошибочно распространил действие субъективных побуждений индивидуального потребителя на потребление всего общества, оставляя между тем без внимания существование монополий и экономическую роль капиталистического государства. «Законы, относящиеся к поведению потребителей, нельзя непосредственно применять к коллективам, — пишет Готфрид Хаберлер, — а ведь то, что общество в целом инвестирует и потребляет, определяется также политикой крупных корпораций и государственных органов, о которых нельзя сказать столь же определенно, что они подчинены действию «основного психологического закона», используемого Кейнсом в его эмпирических обобщениях».<sup>24</sup> От всего «основного психологического закона» в современной литературе осталась лишь некая средняя статистическая величина за ряд лет, имеющая весьма мало реального экономического содержания.

Исключительную роль в обеспечении «эффективного спроса» кейнсианская теория отводит инвестициям. Рассмотрим, что выражает категория инвестиций в буржуазной экономии.

Известный американский буржуазный экономист Элвин Хансен дает следующее толкование понятию инвестиций: «Под реальными инвестициями мы имеем в виду покупку капитальных благ. Последние включают в себя: (1) производственные блага (*producer's goods*), состоящие из (а) *зданий, сооружений и оборудования* промышленного, коммунального и торгового назначения и (в) *товаро-материальных запасов фирм (inventories)*, включающих в себя товары, находящиеся в процессе производства или хранящиеся для продажи; (2) жилые сооружения и (3) сооружения, предназначенные для общественного пользования, такие, как общественные здания, дороги и всякого рода работы, связанные с общественным благоустройством».<sup>25</sup> Состав инвестиций, таким образом, содержит преимущественно вещественные условия для расширения производства, т.е. средства производства. Увеличение инвестиций, которым кейнсианская теория желает восполнить разрыв между производством и потреблением, означает расширение производственного потребления, в первую очередь, путем роста производства средств производства. Таким образом, Кейнс стремится восполнить недостаток личного потребления увеличением производственного потребления, считая, что таким путем можно будет разрешить проблему «эффективного спроса».<sup>26</sup>

<sup>23</sup> E. JAMES, *Histoire de la pensée économique au XX<sup>e</sup> siècle*, p. 350—351.

<sup>24</sup> G. HABERLER, *Prosperität und Depression*, Tübingen—Zürich, 1955, s. 220.

<sup>25</sup> ALVIN H. HANSEN, *Business Cycles and National Income*, New York, 1951, p. 18.

<sup>26</sup> Известно, что сходную теорию выдвинул еще в 1894 г. русский экономист М. И. Туган-Барановский, который вульгаризировал теорию реализации Маркса. Положения марксистской теории воспроизводства о возможности реализации общественного продукта при капитализме, о преимущественном росте производства средств производства и др.



Однако эта концепция хромает на обе ноги. Ведь, как отмечал Ленин, «... рост внутреннего рынка для капитализма до известной степени «независим» от роста личного потребления, совершаясь более насчет производительного потребления. Но было бы ошибочно понимать эту «независимость» в смысле полной оторванности производительного потребления от личного: первое может и должно расти быстрее второго (этим его «независимость» и ограничивается), но само собою разумеется, что в конечном счете производительное потребление всегда остается связанным с личным потреблением».<sup>27</sup> Форсирование производственного потребления не может преодолеть противоречия между производством и потреблением, так как в конце концов оно неминуемо столкнется с узкими границами платежеспособного потребления при капитализме, но отнюдь не с сокращением потребностей трудящихся.

### б) Теория мультипликатора

Идею Кейнса об исключительном значении инвестиций для общества должно обосновать его учение о мультипликаторе. Кейнс использовал и развил мысль проф. Р. Кана, который в 1931 г. в своей работе, посвященной вопросу эффективности общественных работ, писал о так называемом вторичном эффекте, вызываемом инвестициями в объеме занятости, и предлагал конкретный метод подсчета полного эффекта инвестиций.

Кейнс выделяет два мультипликатора: *мультипликатор инвестиций* показывает, во сколько раз приращение совокупного дохода превышает объем первичной инвестиции, а *мультипликатор занятости* измеряет отношение приращения всей занятости к приращению первичной занятости в отраслях, непосредственно связанных с инвестициями. Так как Кейнс считает, что оба мультипликатора фактически равны между собой, то можно говорить об одном едином показателе мультипликации.

Суть кейнсовской теории мультипликатора заключается в том, что каждая инвестиция ведет к росту доходов капиталистов и рабочих, а также занятости не только в отраслях, непосредственно производящих капитальные блага, но действие ее распространяется также и на другие отрасли: рабочие и капиталисты вследствие роста своих доходов увеличивают свое личное

---

Туган-Барановский превратил в абсолютный закон, отбросив марксовый анализ противоречий капиталистического воспроизводства, которые приводят к постоянному нарушению абстрактных условий реализации при капитализме, к периодическим экономическим кризисам. Туган-Барановский утверждал: «Расширение производства, производительное потребление средств производства заменяет собой человеческое потребление, и все идет так гладко, как будто бы не хозяйство было средством удовлетворения потребностей человека, а человек был средством удовлетворения потребностей хозяйства». («Периодические промышленные кризисы». Смоленск, 1923 г., стр. 210). Таким образом, Кейнс не был оригинален, выдвигая положение об исключительной роли инвестиций, а шел по стопам Туган-Барановского, которого кейнсианцы открыто признают за одного из своих предшественников.

<sup>27</sup> В. И. Ленин, Соч., т. 3, стр. 32—33



потребление, следовательно, растет спрос на предметы потребления. В результате этого в отраслях, производящих предметы потребления, растет занятость и доходы капиталистов и рабочих, которые в свою очередь также предъявляют на рынке добавочный спрос на продукцию других отраслей промышленности. Прирост совокупного дохода и совокупной занятости, таким образом, в несколько раз должен превысить первоначальное приращение доходов и занятости, непосредственно вызванное инвестициями.

Величина мультипликатора зависит от «предельной склонности» рабочих и капиталистов к потреблению, так как якобы в силу непреложной «психологической склонности» часть возросших доходов всегда сберегается, поэтому постепенно уменьшаются размеры добавочного спроса, предъявляемого одной отраслью промышленности другой отрасли. Вследствие последовательного сокращения добавочного спроса каждое новое приращение занятости добавочных рабочих всегда меньше предыдущего приращения. Исходя из «предельной склонности к потреблению», по мнению Кейнса, можно точно вычислить величину общего приращения занятости, находящегося в определенном кратном отношении к объему первичной занятости.<sup>28</sup> Если  $\Delta I$  означает новую инвестицию,  $\Delta Y$  — приращение дохода и  $k$  — мультипликатор, то налицо следующая зависимость:

$$\Delta Y = k \Delta I, \quad k = \frac{\Delta Y}{\Delta I}$$

Поскольку  $\Delta Y = \Delta C + \Delta I$  — т. е. прирост дохода распадается на прирост потребления ( $\Delta C$ ) и на новые инвестиции ( $\Delta I$ ), — то формулу мультипликатора можно преобразовать нижеследующим образом:

$$k = \frac{\Delta Y}{\Delta Y - \Delta C} = \frac{1}{1 - \frac{\Delta C}{\Delta Y}}$$

В данной формуле мультипликатора  $\frac{\Delta C}{\Delta Y}$  выражает предельную склонность к потреблению, а  $1 - \frac{\Delta C}{\Delta Y}$  есть предельная склонность к сбережению. Таким образом, мультипликатор есть величина, обратная предельной склонности

<sup>28</sup> Кейнс следующим образом обосновывал этот новый закон, должный объяснить чудодейственную силу инвестиций: «Если сбережения это как бы пилюля, а потребление — варенье, которым ее заедают, то добавка варенья должна находиться в определенной пропорции к размерам добавочной пилюли. Если только психологические склонности публики не отличаются существенно от того, какими мы их здесь предполагали, мы можем считать установленным закон, по которому увеличение занятости, непосредственно связанное с инвестицией, неизбежно должно стимулировать и отрасли промышленности, производящие для потребления, и, таким образом, повести к общему приросту занятости в определенном кратном размере к той первичной занятости, которая непосредственно связана с инвестициями». (J. M. KEYNES, *Op. cit.*, pp. 117—118.)

к сбережению. Если, напр., предельная склонность к сбережению равнялась бы  $\frac{1}{10}$ , т. е. людьми всегда сберегалась десятая доля доходов, то мультипликатор равнялся бы 10, т. е. непосредственный эффект инвестиции умножился бы в результате возникновения добавочного спроса в других отраслях. Если предельная склонность к сбережению равнялась бы единице, т. е. весь прирост дохода сберегался бы, то никакого мультипликативного эффекта не было.

Основой кейнсианской теории мультипликатора является вполне очевидный факт наличия определенных связей и взаимозависимости в развитии отдельных отраслей экономики. Теория мультипликатора стремится вскрыть взаимозависимость между расширением производства и ростом общественного потребления. Законом расширенного капиталистического воспроизводства является то, что производство не только обгоняет потребление, но и предшествует ему. Расширение рынка сбыта происходит при капитализме в первую очередь за счет расширения производства и сбыта средств производства. Потребление же растет вслед за ростом производства. «Чтобы расширять производство («накапливать» в категорическом значении термина), — писал Ленин, — необходимо произвести сначала средства производства, а для этого нужно, следовательно, расширение того отдела общественной продукции, который изготовляет средства производства, нужно *отвлечение к нему рабочих, которые уже предъявляют спрос и на предметы потребления*. Следовательно, «потребление» развивается *вслед за «накоплением» или вслед за «производством»*, — как ни кажется это странным, но иначе и быть не может в капиталистическом обществе».<sup>29</sup>

Идея мультипликатора инвестиций неслучайно была высказана Каном в 1931 г., т. е. в разгар мирового экономического кризиса, а затем подхвачена Кейнсом. Она является попыткой буржуазной политической экономии познать закономерности общественного воспроизводства. С 30-х годов буржуазные экономисты усиленно занимаются разработкой вопроса о «первотолчке» при выходе капиталистической экономики из депрессии и производном от него «вторичном эффекте». Действительно, одним из факторов экономического оживления в период депрессии является — наряду с постепенным рассасыванием товарных запасов, обесценением и моральным износом вещественных элементов производительного капитала и т. п. — начинающееся обновление основного капитала, увеличение объема капиталовложений в промышленность на новой, более производительной основе. Расширение производства средств производства как раз благодаря относительной «независимости» производства от потребления не сразу сказывается на рынке средств потребления, находящемся при капитализме в наиболее стесненном состоянии из-за ограниченности покупательного спроса населения. Продукция I подразделения на этом

<sup>29</sup> В. И. Ленин, Соч., т. 2, стр. 137.

рынке не появляется, поэтому расширение его производства не требует моментального увеличения покупательной способности населения.<sup>30</sup>

Кейнсианская теория нащупывает действительные связи между двумя подразделениями общественного производства, взаимную зависимость расширения производства и роста потребления, взаимосвязь отдельных отраслей экономики, однако она неспособна дать всестороннее научное толкование этих явлений. Кейнсианская теория упрощенно и односторонне трактует сложные закономерности и взаимозависимости процесса расширенного воспроизводства. Она предполагает наличие прямой и непосредственной связи между производственным и личным потреблением, т. е. между производством и потреблением. В процессе расширенного общественного воспроизводства она различает и выхватывает лишь один момент, а именно то, что накопление, расширение производства влечет за собой увеличение доходов, а следовательно, и потребления участников процесса производства. Из кейнсовской трактовки, однако, выпадает решающий момент расширенного воспроизводства — расширение постоянного капитала.<sup>31</sup> Теория Кейнса тем самым ставит знак равенства между ростом производственного и личного потребления, закрывая глаза на противоречие производства и потребления при капитализме.

Учение Кейнса о мультипликаторе исходит из «догмы Смита», игнорировавшей постоянный капитал и раскладывавшей совокупный продукт общества целиком на доходы. Кейнс тоже считал, что спрос, создаваемый инвестицией, в конечном итоге распадается на доходы рабочих и капиталистов, потребляемые затем ими в соответствии с их «психологической склонностью». Кейнс оставляет без внимания тот факт, что все большая доля инвестируемого капитала направляется на покупку машин, станков, сырья и т. п., то-есть носителей уже овеществленного прошлого труда, отнюдь не создавая этим спроса на рабочую силу. Законом капиталистического способа производства является рост органического строения капитала, который с прогрессом техники постоянно увеличивает эту долю овеществленного труда. Капиталист, расширяя производство, не только заменяет рабочего машинами и автоматами, но и добивается повышения интенсивности труда имеющихся рабочих, не предъявляя спроса на новые рабочие руки и не повышая заработную плату своим рабочим. Наконец, Кейнс проходит мимо характерных особенностей современного ему периода общего кризиса капитализма с его хронической недогрузкой производственных мощностей предприятий и громадными

<sup>30</sup> Особенно справедливо это для случая производства вооружений и другой непродолжительной продукции, ведь такая продукция не появляется ни на рынке средств производства, ни на рынке средств потребления, а независимо от всякого рыночного спроса скупается капиталистическим государством на средства госбюджета за счет налогоплательщиков.

<sup>31</sup> Рассмотрение т. н. теории акселератора, — которая анализирует обратное влияние, оказываемое ростом потребления на производство средств производства, и ныне служит дополнением к теории мультипликатора Кейнса, — выходит за рамки данной работы, поскольку разработка и изложение принципа акселерации не связаны с именем Кейнса.



запасами нераспроданных товаров. Это означает, что спрос, создаваемый инвестицией в определенной отрасли, отнюдь не распространяется с такой железной последовательностью на остальные отрасли и, сам по себе, не может послужить толчком для общего подъема производства, занятости и уровня заработной платы.<sup>32</sup>

Кейнс утверждал, что при данной «предельной склонности к потреблению» имеется постоянный мультипликатор, точно измеряющий отношение между инвестициями и доходом, между производством и потреблением. Ныне сами последователи Кейнса вынуждены признать на основе статистических исследований, что постоянной неизменной «предельной склонности к потреблению» не наблюдается в действительности, следовательно, в кейнсовскую теорию мультипликатора требуется внести существенные поправки с учетом целого ряда факторов, противодействующих явлению мультипликации. Таким образом, «если даже предположить, что мультипликатор зависит от склонности к потреблению, — пишет Э. Жамс, — он не может быть величиной более постоянной, чем эта склонность, а она сама лишена постоянного характера».<sup>33</sup> К аналогичным выводам пришел и Готфрид Хаберлер, утверждающий в своей книге следующее: «Предельная склонность индивида к потреблению, к которой относится основной психологический закон Кейнса, — это только один из многих причинных факторов, определяющих величину предельной склонности к потреблению общества в целом (мультипликатора). Поэтому не следует преувеличивать устойчивость мультипликатора, который нельзя трактовать как заданную величину, а следует включить в число переменных величин (*quaesita*) теоретической системы».<sup>34</sup>

Теоретическая несостоятельность кейнсианской трактовки «вторичного эффекта» инвестиций, таким образом приводит к краху теории мультипликатора на практике. Нет и не может быть — именно в силу вышеизложенных причин — никакого постоянного мультипликатора, позволяющего заранее исчислить «вторичный эффект» инвестиций в объеме всего общества. Хотя отношение между приращением инвестиций и приращением дохода и занятости можно было бы с определенной степенью точности вычислить статистически за данный *прошедший* период, но это отношение складывается

<sup>32</sup> Если Кейнс, кроме «склонности к сбережению», не видел особых противодействующих факторов явлению мультипликации, то современные кейнсианцы вынуждены признавать наличие целого ряда условий, которые приводят к приостановке роста занятости, вызываемого инвестициями. Например, Э. Хансен разделяет в своих комментариях к книге Кейнса мнение проф. Кана, который выделяет следующие противодействующие факторы: 1) часть приращения дохода обычно оплачиваются долги; 2) часть доходов сберегается в виде неиспользованных банковских депозитов; 3) часть вкладывается в ценные бумаги, купленные у тех, кто в свою очередь не истративает выручки; 4) часть расходуется на импорт, который не способствует росту занятости в стране; 5) часть покупок совершается за счет излишних запасов потребительских товаров, не требующих возобновления». (A. HANSEN, *A Guide to Keynes*, New York, McGraw-Hill, 1953, p. 89.)

<sup>33</sup> E. JAMES, *Op. cit.*, p. 490.

<sup>34</sup> G. HABERLER, *Prosperität und Depression*, s. 223.



*по-иному* в каждый новый период, когда инвестиции совершаются на новой, более производительной основе и при изменившихся общих условиях, обусловленных ходом экономического цикла воспроизводства.

Однако современная буржуазная экономия не отказывается от порочной теории мультипликатора, а пытается широко использовать ее в видоизмененной форме. Сущность поправки заключается в исключительно широкой трактовке принципа мультипликации, которая наряду со стимулирующим влиянием инвестиций рассматривает также действие других «переменных», влияющих на величину национального дохода. «Несмотря на то, что при мультипликаторе инвестиций мы имеем дело с умноженным воздействием прироста инвестиций на доход, — пишет Э. Хансен, — неправильно было бы сделать отсюда заключение, что мультипликатор может быть приведен в действие только путем увеличения инвестиций. Повышательное смещение функции потребления (то-есть всеобщее повышение склонности к потреблению) будет точно таким же образом повышать доход в умноженном размере, как это происходит в случае увеличения инвестиций»<sup>35</sup>. По мнению современных буржуазных экономистов, «речь может идти о мультипликаторе всякий раз, когда возникает вопрос о выявлении результатов изменения одной переменной по отношению к другой, при условии, что между ними существует функциональная зависимость».<sup>36</sup>

Теория мультипликатора необходима вульгарной апологетике для теоретического обоснования того, что любые непроизводительные расходы, будь то расточительное потребление капиталистов или военные расходы государства, покрываемые из налогов или займов, играют «оздоровительную» роль в капиталистической экономике. Уже Кейнс утверждал, что любые общественные работы «даже сомнительной полезности»<sup>37</sup> могут иметь положительное значение. «Сооружение пирамид, землетрясения, даже войны могут послужить к увеличению богатства»,<sup>38</sup> писал Кейнс. Теория Кейнса весьма пригодна для убеждения народных масс в том, что колоссальные расходы современных империалистических государств, лежащие тяжелым бременем на плечи трудящихся, гонка вооружений и т. п. расходы служат их... благосостоянию!

Однако, спешит добавить Кейнс, такие инвестиции он считает лишь крайним средством в борьбе с безработицей и кризисами. Для «нормальной» капиталистической экономики в первую очередь необходимо государственное обеспечение «предельной эффективности капитала» как основного стимула инвестиций.

Остановимся подробнее на этом положении Кейнса.

<sup>35</sup> A. HANSEN, *Business Cycles and National Income*, p. 171.

<sup>36</sup> E. JAMES, *Op. cit.*, p. 493.

<sup>37</sup> J. M. KEYNES, *Op. cit.*, p. 127.

<sup>38</sup> *Ibidem*, p. 129.

### в) «Предельная эффективность» капитала

Под «предельной эффективностью капитала» Кейнс понимает отношение между ожидаемой перспективной выгодой от приобретения капитального имущества и «ценой» его предложения. Следовательно, «предельная эффективность капитала» — это не норма прибыли на капитал, не категория реальной капиталистической действительности,<sup>39</sup> а чисто мыслительная категория, психологический фактор, как это усиленно подчеркивал и сам Кейнс.<sup>40</sup> Однако в конечном итоге эта мыслительная категория в извращенной форме отображает норму прибыли на капитал.

Причину слабости побуждения к инвестированию следует искать по Кейнсу в слабости «предельной эффективности капитала», которая зависит от 3-х факторов: 1) нормы процента; 2) состояния расчетов на будущее и 3) аккумуляции капиталов.

Кейнс считает, что низший предел эффективности капитала — это норма процента, ниже которой никакое функционирование капитала невозможно. Это положение Кейнса лишь отчасти соответствует капиталистической действительности. Конечно, каждый капиталист, вкладывая свой капитал в какое-либо предприятие, несомненно учитывает норму процента, рассчитывая получить не только процент на капитал, но и предпринимательскую прибыль. Однако не процент составляет низший предел прибыли, а издержки производства.

Как показали исследования, производившиеся Гарвардской школой работников экономической администрации и Оксфордской исследовательской группой в среде американских и английских бизнесменов, изменение ставки банковского процента не влияет существенным образом на побуждения к инвестированию. Элвин Хансен, подробно рассматривая эту проблему, в своей книге пишет, что весьма низкая норма процента (ниже 8%) не оказывает существенного влияния на изменение объема инвестиций. Инвестирование в машины и оборудование обычно слабо реагирует на изменения нормы процента. Инвестиции в жилые дома и промышленные содержания уже более подвержены влиянию колебаний ставки банковского процента. Все это объясняется особенностями оборота капитала, инвестированного в различных сферах экономики, особенностями его физического и морального износа. Основной вывод Хансена: «в промышленно развитых странах, пользующихся сравнительно низкой процентной ставкой, график спроса на инвестиции...

<sup>39</sup> «Предельная эффективность капитала не является *реальной* нормой прибыли на вложенные капиталы. Это *ожидаемая ex ante* норма прибыли». (E. JAMES, Op. cit., p. 325.)

<sup>40</sup> «Читатель должен заметить, — писал Кейнс, — что предельная эффективность капитала определена здесь в зависимости от *ожидаемой* выгоды и *текущей* цены предложения капитального имущества. Она зависит от доходности, на которую можно рассчитывать, вкладывая деньги во *вновь* произведенное имущество, а не от фактических результатов, не от того, что инвестиция принесла в отношении к ее первоначальной стоимости по данным на конец срока службы». (J. M. KEYNES, Op. cit., p. 136.)

имеет в целом тенденцию проявлять весьма незначительную эластичность в отношении нормы процента. Это обстоятельство имеет важное значение с точки зрения практической политики. Оно означает, что за исключением сферы строительства, нет возможности вызвать крупное инвестирование путем понижения нормы процента по сравнению с существующим уровнем. Нельзя поэтому рассматривать кредитно-денежную политику как главное средство увеличения общего объема инвестиций.<sup>41</sup>

Кейнс также предполагает, что капиталисты при своих инвестициях применяют исключительно ссудный капитал. Это предположение, однако, также не соответствует фактам развития современной капиталистической экономики. Кейнс (а также фактически и Хансен) не принимают во внимание то, что за последние десятилетия одним из главных источников инвестиционной деятельности стало так называемое самофинансирование капиталистических предприятий. Это означает, что крупные корпорации усиленно стремятся создавать внутренние резервные фонды, которые используются в периоды благоприятной конъюнктуры. Самофинансирование, естественно, никоим образом не связано с рыночными колебаниями нормы процента.<sup>42</sup>

Таким образом, представляется ошибочным такое принципиальное положение Кейнса, как то, что низшим пределом эффективности капитала является ставка банковского процента, и, следовательно, стремление Кейнса искать основной источник всех бед капитализма в высокой норме процента не имеет никакого основания.

Одним из основных факторов, определяющих «предельную эффективность капитала», у Кейнса является «психологическая оценка ожидаемой выгоды». Чем же объясняется, по мнению Кейнса, неблагоприятное состояние «расчетов на будущее»? Двумя причинами:

А) В прежние времена, когда предприятия принадлежали главным образом самим предпринимателям, т.е. во времена домонополистического капитализма с его свободной конкуренцией, «размеры инвестиций зависели от наличия достаточного числа лиц с сангвиническим темпераментом и творческими устремлениями, которые, рассматривая какое-нибудь дело как свое жизненное призвание, в действительности отнюдь не исходили из точного расчета перспективной прибыли. Дело носило отчасти характер лотереи, хотя конечный результат в очень большой степени зависел от того, оказыва-

<sup>41</sup> A. HANSEN, *Business Cycles and National Income*, pp. 135—136.

<sup>42</sup> Так, например, американский экономист Л. Клейн в своей книге, написанной в 1948 году, указывает на «новое явление самофинансирования» и его последствия: «деловые люди имеют, по-видимому, психологическое предпочтение финансировать свои инвестиционные операции из запасных фондов (*surplus funds*), накопленных из нераспределенной прибыли, амортизации и др. источников. Теоретически разумному предпринимателю вменяется учитывать норму процента, когда он использует для инвестиции внутренние ресурсы, но на деле он не ведет себя таким образом. Использование внутренних фондов финансирования ведет к тому, что инвесторы игнорируют колебания рыночной нормы процента». (LAWRENCE KLEIN, *The Keynesian Revolution*, p. 65.)



лись ли личные способности и характер руководителей выше или ниже среднего уровня. Некоторые терпели неудачу, а другие преуспевали»<sup>43</sup>. Что же изменилось по сравнению с этим положением? Оказывается, лишь то, что «организованные рынки инвестиций» — фондовые биржи (Кейнс рассматривает манипуляции на бирже с фиктивным капиталом как реальные инвестиции) сделали возможным привлечение массы случайных людей, неквалифицированных дельцов, неспособных правильно оценить обстановку, легко поддающихся панике.<sup>44</sup>

Кейнс замалчивает факт господства монополий, которые держат в своих руках и фондовый рынок, создавая искусственный ажиотаж и целиком контролируя его. Неслучайно, что роль биржи поэтому падает при империализме, уступая место банковским корпорациям, которых отнюдь нельзя обвинить в незнании «обстоятельств, нынешних или ожидаемых». В одном месте книги Кейнс все же признает, что монопольную прибыль нельзя отнести в разряд, зависящий от настроений на бирже, хотя он ограничивает монополии только предприятиями общественного пользования, где «значительная доля перспективной выгоды практически гарантируется монопольными привилегиями в соединении с правом устанавливать такие тарифы, которые обеспечили бы заранее договоренную норму прибыли».<sup>45</sup>

Игнорируя господство монополий также и в сфере обращения, Кейнс ничего другого не остается делать, как сетовать на то, что «квалифицированные инвесторы» занимаются не тем, чем им следовало бы, и порицать их за спекуляцию.<sup>46</sup>

Б) Кроме спекуляции, отрицательным явлением, по мнению Кейнса, является неустойчивость человеческой природы, выражающаяся в том, что положительная деятельность предпринимателей зависит якобы в большой степени от их самопроизвольного оптимизма. «... частная инициатива, — пишет Кейнс, — будет достаточной только тогда, когда разумные расчеты дополняются и поддерживаются духом жизнерадостности...»<sup>47</sup> Таким образом, у Кейнса благосостояние общества зависит от психологического состояния предпринимателей — отношение явно абсурдное и противоречащее всякому

<sup>43</sup> J. M. KEYNES, *Op. cit.*, p. 150.

<sup>44</sup> «В совокупных капитальных инвестициях общества, — пишет Кейнс, — постепенно растет доля акций, принадлежащих лицам, не принимающим участия в управлении и не имеющим никаких специальных знаний об обстоятельствах, нынешних или ожидаемых, связанных с данной отраслью. В результате элемент действительного знания в оценке инвестиционных тем, кто владеет ими или собирается их купить, серьезно ослаблен». (*Op. cit.*, p. 153.)

<sup>45</sup> J. M. KEYNES, *Op. cit.*, p. 163.

<sup>46</sup> «Социальной целью квалифицированных инвестиций, — сетует Кейнс, — должно было бы быть нанесение удара темным силам времени и невежества, заволакивающим наше будущее. Действительная же приватная цель даже самых квалифицированных инвестиций в том, чтобы, как метко выражаются американцы, «опередить пулю», перехитрить толпу и сплавить поддельную или стертую монету соседу». (*Op. cit.*, p. 155.)

<sup>47</sup> J. M. KEYNES, *Op. cit.*, p. 162.



здравому смыслу, ведь и сам Кейнс в конечном счете признает, что настроение «самопроизвольного оптимизма» зависит от наличия «политической и социальной атмосферы, подходящей к духу среднего бизнесмена», к созданию каковой Кейнс и призывает. Это означает, что «среднему бизнесмену» необходимо обеспечить должный размер постоянных барышей и гарантировать его от революционных потрясений. «Если страх перед рабочим правительством или «новым курсом» подавляет предпринимательство, то это не обязательно нужно считать результатом рационального расчета или политического заговора. Это простое следствие нарушения деликатного равновесия самопроизвольного оптимизма».<sup>48</sup>

Выход Кейнс видит в государственном вмешательстве. Капиталистическое государство ввиду очевидного банкротства системы частного предпринимательства должно взять в свои руки организацию инвестиций.<sup>49</sup> Государственное вмешательство, следовательно, должно возместить обществу ущерб, нанесенный ему потрясенной психикой инвесторов, снимая с последних риск и обеспечивая их прибылью.

Третий фактор, который, наряду с нормой процента и «психологическим состоянием расчетов на будущее», определяет «предельную эффективность» капитала, — это редкость капитала. Проблему источника прибыли Кейнс также переносит в сферу психологии, утверждая, что прибыль порождается таким весьма относительным и субъективным понятием, как редкость.<sup>50</sup> Чрезвычайно любопытна аргументация Кейнса: он, отождествляя вообще капитал со средствами производства и услугами (отнюдь не новый прием вульгарной политекономии), приравнивает прибыль на капитал к заработной плате, получаемой рабочими за работу в опасных или вредных условиях, которые якобы редки, а потому и оплачиваются выше. Полемизируя с австрийской школой по вопросу об источнике прибыли, Кейнс вместо категории «ожидания» вводит не менее абсурдное понятие редкости. Редкость как чисто субъективное понятие ничего материального породить не может, Кейнс же такими приемами пытается скрыть капиталистическую эксплуатацию, свести прибыль к категории, порождаемой ...человеческим сознанием!<sup>51</sup>

<sup>48</sup> J. M. KEYNES, *Op. cit.*, p. 162.

<sup>49</sup> «Я рассчитываю теперь на то, — пишет Кейнс, — что государство, которое в состоянии взвесить предельную эффективность капитальных благ с точки зрения длительных перспектив и на основе общих социальных выгод (?), будет брать на себя все большую ответственность за прямую организацию инвестиций». (*Op. cit.*, p. 164).

<sup>50</sup> «Единственное основание, по которому имущество дает возможность получить в течение всего срока его службы выгоду, превышающую по своей общей величине первоначальную его цену предложения, состоит в том, что оно является редким. Редким же оно остается ввиду конкуренции со стороны процента на деньги. Если капитал станет менее редким, то избыточная выгода уменьшается, хотя капитал не станет менее производительным, по крайней мере в физическом смысле». (J. M. KEYNES, *Op. cit.*, p. 213).

<sup>51</sup> Следует отметить, что современные кейнсианцы отказываются от такого абсурдного утверждения Кейнса. Так, Э. Хансен пишет: «Редкость» не имеет экономического смысла, за исключением того, что она определяет, какая точка графика предельной производительности станет «наблюдаемой» (observable). (A. HANSEN, *A Guide to Keynes*, p. 155.)

Корень всех бед капитализма Кейнс видит в том, что, вследствие растущего накопления капитала, прибыль будто бы падает быстрее, чем норма процента, а поэтому падает «предельная эффективность капитала» и, следовательно, слабеет «побуждение к инвестициям». <sup>52</sup> Отсюда Кейнс делает чисто демагогические выводы о том, что раз уровень жизни народных масс далеко не достигает уровня развития производительных сил, то в этом виновата не капиталистическая система, а высокая ставка процента и слишком низкие прибыли капиталистов. Это тем более не соответствует реальным фактам, что после I-ой мировой войны, наряду с громадным ростом прибылей монополий, учетная ставка Английского банка и Нью-Йорского федерального резервного банка обнаруживала чрезвычайно сильную тенденцию к понижению. <sup>53</sup>

Итак, Кейнс повторяет свое старое утверждение, что для ликвидации безработицы необходимо, в первую очередь, бороться за снижение нормы процента. Кейнс рисует даже фантастическую картину того, как разумными государственными мероприятиями можно добиться такого роста инвестиций при соответствующем снижении нормы процента, что это повлечет к ликвидации капиталистической прибыли вообще: «Если я прав, — пишет Кейнс, — полагая, что сравнительно легко создать капитальные блага в таком изобилии, чтобы предельная эффективность капитала была равна нулю, это могло бы стать наиболее благоразумным методом постепенного избавления от отталкивающих черт капитализма». <sup>54</sup>

Следовательно, отмеченные три фактора, определяющие у Кейнса «предельную эффективность капитала», необходимы ему для теоретического обоснования того, что государственное «регулирование» экономики путем форсирования инвестиций и снижения нормы процента может привести не только к уничтожению безработицы в рамках капитализма, но и к фантастической автоматической самоликвидации капиталистической прибыли, т.е. самого капитализма! Это абсурдное теоретизирование Кейнса на деле служит лишь затушевыванию эксплуататорской сущности государственно-монополистического капитализма.

## г) Теория процента

Процент, который, как мы видим, занимает далеко не последнее место в системе кейнсовских факторов, влияющих на «побуждение инвестировать», — Кейнс также сводит целиком к сфере психологии капиталистов.

<sup>52</sup> «Послевоенный опыт Великобритании и Соединенных Штатов, — утверждает Кейнс, — показывает действительные примеры того, как аккумуляция богатства, — настолько значительная, что предельная эффективность этого богатства падает быстрее, чем может снижаться в существующей социальной и психологической обстановке норма процента, — мешает в условиях сохранения в основном режима *laissez faire* установлению разумного уровня занятости и такого уровня жизни, который может быть обеспечен техническими условиями производства». (Op. cit., p. 219.)

<sup>53</sup> См. сборник «Мировые экономические кризисы», т. 1, М. 1937, стр. 683 и 726.

<sup>54</sup> J. M. KEYNES, Op. cit., p. 221.

Творческая причина процента — это, по мнению Кейнса, свойственное индивидам «предпочтение ликвидности», которое выступает как «выраженные в деньгах или в единицах заработной платы величины тех ресурсов, которые он (индивид) желает удерживать в форме денег при различных обстоятельствах».<sup>55</sup> Кейнс отвергает старые вульгарные теории о том, что процент есть вознаграждение за «сбережение» или «ожидание» капиталиста; вместо этого Кейнс пытается обосновать не менее вульгарную теорию, провозглашающую, что «норма процента есть феномен в высшей степени психологический»,<sup>56</sup> есть вознаграждение за преодоление индивидом якобы свойственного ему «предпочтения ликвидности», т. е. нежелания расстаться с наличными деньгами.

Наряду с интенсивностью «предпочтения ликвидности» норму процента, по мнению Кейнса, определяет еще один фактор: количество денег в обращении. Кейнс аргументирует это следующим образом: норма процента есть «цена», — пишет Кейнс, — которая уравнивает желание держать богатство в форме наличных денег с имеющимся количеством наличных денег. Это означает, что если бы норма процента была ниже, т. е. вознаграждение за расставание с наличными деньгами уменьшилось бы, общая сумма денег, которую публика хотела бы иметь на руках, превысила бы имеющуюся наличность, а если бы норма процента повысилась, то образовался бы излишек наличных денег, которые никто не хочет держать. Отсюда следует, что количество денег — это еще один фактор, который в соединении с предпочтением ликвидности определяет действительную норму процента при данных обстоятельствах».<sup>57</sup> Таким образом, Кейнс выводит некую зависимость: процент изменяется в прямом отношении к степени «предпочтения ликвидности» и в обратном к количеству денег.

Кейнс полностью отрывает процент от его источника — прибыли капиталиста, стремясь доказать, что движение процента независимо от движения производительного капитала, так как норма процента обуславливается факторами субъективного порядка. Такой отрыв процента от его источника необходим Кейнсу для доказательства того, что процент якобы противостоит капиталистической прибыли и тем самым препятствует новым инвестициям и установлению «полной занятости».

В действительности же норма процента зависит от предложения ссуд и спроса на них, но это определяется не мнимым «предпочтением ликвидности» а закономерностями цикла воспроизводства общественного капитала. Верный своей субъективной методологии, Кейнс целиком и полностью абстрагируется от условий производства и воспроизводства и погружается в сферу переживаний индивидов, связанных в основном с биржевой спекуляцией.

<sup>55</sup> J. M. KEYNES, *Op. cit.*, p. 166.

<sup>56</sup> *Ibidem*, p. 202.

<sup>57</sup> J. M. KEYNES, *Op. cit.*, pp. 167—168.



Однако те закономерности, определяющие норму процента, которые Кейнс — усиленно подчеркивая психологическую природу процента — изгоняет в дверь, вводятся им контрабандой обратно через окно с тем, чтобы приспособить их к его теоретической системе. Этой цели служит второй фактор, определяющий норму процента, — количество денег в обращении. Кейнс, как мы видели выше, отождествляет движение кредита с обращением денег, а предложение денежных ссуд — с количеством денег в обращении. Но что подразумевает Кейнс под деньгами? На этот вопрос можно найти у Кейнса следующий ответ, запятанный в одну из сносок: «Мы можем считать *деньгами*, например, распоряжение такой общепризнанной покупательной силой, с которой владелец ее не расстанется более чем на три месяца;... или «три месяца» мы можем заменить одним месяцем или тремя днями или тремя часами или любым другим отрезком времени; или мы можем исключить из *денег* все что не является в данный момент законным платежным средством. В практике часто удобно относить к *деньгам* срочные вклады в банках и иногда даже такие средства, как, напр., казначейские векселя. Как правило, я, как и в моей работе *Treatise on Money*, предполагаю, что деньги совпадают по сумме (*is co-extensive*) с банковскими депозитами».<sup>58</sup>

Кейнсовская трактовка денег, практически включающая в понятие денег все банковские депозиты, по сути дела под количеством денег в обращении подразумевает весь объем предложения ссудного капитала, который таким образом несомненно влияет на норму процента. Предложение же ссудного капитала обществом определяется ходом капиталистического воспроизводства.

Кейнсианская склонность к ликвидности, которая, по Кейнсу, определяет общественный спрос на деньги (вернее, на ссудный капитал), в конечном итоге также скрывает закономерности капиталистического цикла воспроизводства. «Предпочтение ликвидности» сводится Кейнсом к трем исходным мотивам: а) соображениям обращения (*transaction-motive*), б) соображениям предосторожности (*precautionary-motive*) и в) спекулятивным соображениям. Все эти соображения побуждают деловых людей держать определенную часть своих капиталов непременно в ликвидной форме. Если по отдельности проанализировать данные мотивы, то выяснилось бы, что такие соображения капиталистов порождены отнюдь не какими-то прирожденными душевными склонностями, а в каждом отдельном случае эти соображения обусловлены определенной конъюнктурной обстановкой, масштабами оборота и размерами прибыли, т. е. условиями данной фазы цикла воспроизводства.

Кейнс своей теорией процента стремится теоретически обосновать определяющую роль нормы процента в установлении «эффективного спроса». Поэтому Кейнсу нужно было найти такое объяснение природе ссудного

<sup>58</sup> J. M. KEYNES, *Op. cit.*, p. 167.



процента, которое творческую причину процента видит в факторе, независимом от составных элементов «эффективного спроса»: потребления, инвестиций и сбережений. Таким первичным независимым фактором Кейнс считает психику капиталистов («предпочтение ликвидности») и сознательную деятельность финансовых институтов («количество денег в обращении»), которые определяют ставку процента. Однако психологическая трактовка процента терпит крах, как только она подвергается детальному анализу. Как мы уже видели выше при рассмотрении двух кейнсовских факторов, определяющих норму процента, вместо первичного и определяющего характера этих факторов анализ вскрывает дальнейшую цепь причинных факторов, которые — как, напр., величина банковских депозитов, объем коммерческого оборота, ожидаемые размеры прибылей и т.д. — все зависят от объема сбережений и инвестиций, т.е. от хода капиталистического цикла воспроизводства. Психологическая трактовка таким образом неизбежно приводит теорию процента Кейнса к порочному кругу.

Вместе с тем, кейнсовская психологическая трактовка процента имеет еще одну характерную особенность: Усиленное подчеркивание Кейнсом того, что в основе «предпочтения ликвидности» лежит неуверенность капиталистов в будущем, которая заставляет их держать наготове свою наличность, — является признанием того, что основы капиталистической системы потрясены, что у капиталистов уже нет уверенности в будущем, поэтому Кейнс апеллирует к такому «экономическому» фактору, как укрепление государственной власти буржуазии, политика которой «может оказаться весьма успешной, если она расценивается общественным мнением как обоснованная, практически целесообразная и соответствующая общественным интересам, если она основывается на устойчивых убеждениях и проводится властью, смены которой нет основания ожидать.»<sup>59</sup>

Теория «эффективного спроса» Кейнса, таким образом, строится на трех психологических факторах: склонности к потреблению, предельной эффективности капитала, предпочтении ликвидности. Кейнсианский анализ закономерностей капиталистического воспроизводства, который абстрагируется от производственных отношений капиталистического строя, подменяя их мифическими совокупными психологическими категориями, естественно, не может дать положительного научного результата. Кейнсианская теория, рассматривающая инвестиции как перводвигатель экономической системы, не может дать вразумительного ответа, например на такой центральный вопрос: чем определяется уровень инвестиций. В этом отношении об очень многом говорит признание известной английской экономистки Джоан Робинсон, которая в специальной работе, посвященной проблеме накопления (*The Accumulation of Capital*, Macmillan, London, 1956), писала следующее:

<sup>59</sup> J. M. KEYNES, *Op. cit.*, p. 203.

«...относительного, что регулирует уровень на котором они (инвестиции) устанавливаются, мы знаем весьма мало. Мы знаем, что этот уровень сильно изменяется от периода к периоду и от страны к стране, но любая попытка отождествить причины изменений с влиянием таких факторов, как традиции энергичной конкуренции между предпринимателями..., быстрый технический прогресс, или высокая склонность к удержанию (*to retain*) прибылей (накопление резервов для финансирования инвестиций, не прибегая к ссудам), грозит тем, что она смешивает симптомы с причинами. С другой стороны, не совсем удовлетворяет такое объяснение, когда ссылаются на «капиталистический дух», свойственный протестантизму или бог знает чему. Экономический анализ необходимо дополнить определенным видом сравнительной антропологии, которая все еще пребывает в младенческом состоянии как отрасль науки».<sup>60</sup> Робинсон пришла к выводу, что перводвигатель капиталистической экономики — решение инвестировать, — определяется причинами, лежащими за пределами экономического анализа.

Запутавшись в своих сложных построениях психологических факторов и производных от них, кейнсианцы вынуждены признать, что теория Кейнса не может отличить симптомов от причин, возводя последние в нечто иррациональное. Таков логический итог, к которому пришла кейнсианская теория.

Л. Самуэли, Будапешт, XI. Штоцек утца 2—4, Венгрия.

<sup>60</sup> Цит. по книге J. STASCHKE, *Contemporary Capitalism*, p. 202.



## BUCHBESPRECHUNG

DR. J. LISKA :

Elektromaschinen IV. Asynchronmaschinen. Schulbuchverlag, Budapest, 1960

252 Seiten, 184 Abbildungen mit 8 Tafeln Photobeilagen

Mit diesem Band liegt nunmehr die Serie »Elektromaschinen« vollzählig vor, nachdem der abschließende fünfte Band (Konstruktionslehre) bereits früher erschienen ist. Welch lebhaften Anklanges sich diese Bücherreihe erfreut, geht allein aus der Tatsache hervor, daß der erste Band (Transformatoren) bereits die sechste, der zweite Band (Gleichstrommaschinen) hingegen die vierte Auflage erlebt hat.

In Inhalt und Darstellungsweise reiht sich der Band würdig den bisherigen, gut bewährten Büchern der Serie an. Die Erfahrungen einer mehrere Jahrzehnte langen Lehrtätigkeit befähigen Universitätsprofessor Dr. J. Liska wie keinen anderen, den wesentlichen Teil des umfangreichen Stoffes in geeignetster Weise auszuwählen, so daß seine Bücher trotz aller Gedrängtheit und ihres relativ geringen Umfanges im wesentlichen alles Wissenswerte enthalten. Verwickeltere, in der Praxis selten benützte Lösungen werden vom Verfasser nur erwähnt, doch verweist er fallweise auf das einschlägige Werk des Literaturverzeichnisses, in dem der Leser die eingehende Beantwortung der betreffenden Frage nachzuschlagen vermag.

Der vorliegende vierte Band behandelt einerseits die allgemeine Theorie der Asynchronmotoren, andererseits die praktisch bewährten Methoden ihrer Bemessung. Im Band finden sich 31 Zahlenbeispiele, deren 5 im Grunde genommen vollständige Durchrechnungen der elektrischen Kennwerte je eines Motors oder Läufers darstellen. Darüber hinaus sind in zahlreichen Tabellen und Schaubildern teils gut bewährte empirische Daten, teils Größen und Werte zusammengefaßt, die sich sonst nur auf Grund langwieriger Berechnungen ermitteln lassen. Damit bietet das Buch einen überaus wertvollen Behelf auch für jene Fachleute, die in der Bemessung von Asynchronmotoren bereits praktisch tätig sind.

Der Stoff des vierten Bandes gliedert sich in 25 Abschnitte. Einer Besprechung des

Arbeitsprinzips im Zusammenhang mit dem Induktionsregler, die der erste Abschnitt enthält, folgen die weiteren, den rotierenden Elektromaschinen gewidmeten Kapitel. In den Abschnitten II—VII finden sich die Ableitung der Ersatzschaltung rotierender Elektromaschinen, ferner — von diesen ausgehend — die Konstruktion der Vektordiagramme sowie die Berechnung der Leistungen, Verluste und Momente. Nebst den langwierigen, genauen Berechnungsmethoden sind auch die in der Praxis verwendbaren guten Annäherungsverfahren aufgezählt. Der Abschnitt VIII handelt vom Kreisdiagramm des Asynchronmotors, während im IX. Kapitel die Ständer- und Läuferwicklungen einschließlich der Wicklungen von Polumschalt-(Dahlander-)Motoren beschrieben sind. Hier findet sich auch die Umrechnung (Reduktion) der Sekundärgrößen auf die Primärseite, u. zw. auch für den Fall von Käfigläufern. Der X. Abschnitt behandelt den Betrieb von Einphasenmotoren nach der Methode der symmetrischen Komponenten.

Die Kapitel XI—XIII sind den einzelnen Teilaufgaben der Maschinenkonstruktion gewidmet. So enthält Kapitel XI die Berechnungen des Magnetisierungsstromes, der Abschnitt XII die Berechnung der Streuungsreaktanzen (Nutenstreuung, Kopfstreuung, der von den Oberwellen herrührenden Streuung, Einfluß der Schrittverkürzung und der Nutenverdrehung) und schließlich der Abschnitt XIII die Berechnung der Verluste. Für die Oberflächen- und für die Zahnpulsationsverluste erhält der Leser Formeln anhand empirisch ermittelter Konstanten.

Die Kapitel XIV—XX stellen kurze Zusammenfassungen von Fragen des Betriebes von Asynchronmaschinen dar. Im besonderen behandelt Abschnitt XIV die verschiedenen Arten des Anlassens von Dreiphasenmotoren, Kapitel XV hingegen das Anlassen von Einphasenmotoren, während Abschnitt XVI den Methoden der Drehzahlregelung gewidmet ist, wie sie sich aus der Änderung von Pol-



zahl, Schlupf oder Frequenz ergeben, wobei auch die Kaskadenschaltung zweier Asynchronmotoren besprochen wird, während Kapitel XVII zur Gänze von den Kaskadenschaltungen handelt. Im Abschnitt XVIII findet sich eine genaue Besprechung des Kreisdiagramms synchronisierter Induktionsmotoren, im Abschnitt XIX hingegen die Darlegung der Leistungsverhältnisse an den Wellen elektrischer Maschinen und im Kapitel XX eine eingehende Behandlung des Generator- bzw. Motorbremsenbetriebes.

Abschnitt XXI befaßt sich kurz mit den durch die Oberwellen verursachten parasitären Momenten und in diesem Zusammenhang mit der Wahl der Nutenzahl von Käfigläufermotoren. Ebenso kurz sind auch die Fragen der Erwärmung und Kühlung im Normalbetrieb im Abschnitt XXII gestreift, da sie in Band II, III und IV der Serie bereits eine eingehende Behandlung erfahren haben. Abschnitt XXIII beschreibt die Prüfungsnormen für Asynchronmotoren sowie die Methoden der Trennung (Messung) zusätzlicher Verluste.

Der Abschnitt XXIV handelt von der Bemessung der gewickelten und der einfachen Käfigläufermotoren und gibt eine Aufzählung der für die Konstruktion erforderlichen Ausgangsdaten. Als Beispiele sind die Bemessung eines 330 kW-Schleifring- und eines 2,8 kW-Käfigläufermotors angeführt.

Der den Motoren mit Stromverdrängungsläufer (Spezial-Käfigläufer) gewidmete letzte Abschnitt stammt aus der Feder István Székelys. Nach einer allgemeinen Untersuchung der einschlägigen Fragen wird die Bemessung von Tiefnut- und Doppelkäfigläufern behandelt, wobei auch auf die Gesichtspunkte der Konstruktion eingegangen wird und vier Zahlenbeispiele für die Bemessung ausgeführt werden.

Das Buch, das den pädagogischen Anforderungen voll entspricht, ist das Produkt einer mühevollen Arbeit von hohem wissenschaftlichem Niveau. Äußerst lehrreich sind die Zahlenbeispiele Nr. 8, 19, 20 und 21, in denen vier Varianten des bereits erwähnten 330 kW-Motors durchgerechnet sind. Bei unverändertem Ständer beziehen sich diese Beispiele auf die verschiedenen Ausführungen mit gewickeltem, mit einfachem Käfig-, mit Tiefnuten- und mit Doppelkäfigläufer. Solcherart lassen diese Zahlenbeispiele den Einfluß der Läuferausbildung auf die Betriebseigenschaften des Motors klar erkennen. Eine tabellarische Zusammenfassung der Ergebnisse würde eine noch größere Übersichtlichkeit ergeben.

An diesem Hochschullehrbuch werden nicht nur die Hörer, sondern auch die bereits praktisch tätigen Ingenieure in Betrieben und Forschungsinstituten Freude und Nutzen finden.

O. BENEDIKT

## МЕДИЦИНСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

### Требования, предъявляемые медициной к конструкции рентгеновских аппаратов

П. ДЕАК

С начала открытия рентгеновских лучей врачи-рентгенологи, конструкторы рентгеновских аппаратов и техники тесно сотрудничают друг с другом. Немного имеется таких отраслей медицины, которые требовали бы от работников такой высокой технической подготовки как радиология. Немного также и таких отраслей промышленности, которые требовали бы больших общих медицинских знаний и сознания ответственности, чем область конструирования рентгеновских аппаратов, которые в результате не соответственной для живого организма конструкции или вследствие неправильного их применения могут нанести непоправимый вред.

Именно поэтому необходимо тесное взаимодействие врачей-рентгенологов и конструкторов рентгеновских аппаратов. Постоянно растущие требования врачей-рентгенологов всегда являлись крупнейшим стимулом для конструкторов рентгеновских аппаратов, и наоборот, новые, более мощные, более совершенные и современные рентгеновские аппараты дают возможность врачам производить новые медицинские наблюдения и разрабатывать с помощью рентгеновских аппаратов новые методы и способы лечения.

Результатом этого взаимодействия явилось то, что рентгенология за несколько десятилетий прошла такой бурный путь развития, который почти не наблюдался в других областях медицины. Еще четверть века тому назад во всем мире находилось в эксплуатации огромное число таких рентгеновских аппаратов, мощность которых

еле достигла 70 кв и у которых еще имелась возможность непосредственного поражения током. А за прошедшие с тех пор двадцать лет мы добились того, что безопасность и почти неограниченные мощности уже не являются проблемой.

Кроме того на передний план вышли новые, частично разрешимые, а частично и неразрешимые технические проблемы, требующие от заинтересованных сторон еще более тесного сотрудничества. Это с одной стороны вопросы автоматизации аппаратов, а с другой стороны вопросы защиты от рентгеновских лучей. Естественно, конечно, что наряду с этим существует еще большое число значительных частных проблем и ежедневная практика будет выдвигать все новые и новые такие частные проблемы. Однако, для нас, рентгенологов, наиболее серьезными кажутся в настоящее время именно эти две проблемы.

Вопрос автоматизации рентгеновских аппаратов в рамках общих стремлений техники к автоматизации прошел довольно большой путь развития. Несмотря на все это преимущество, имеются и определенные недостатки, и именно поэтому я со своей стороны не являюсь сторонником чрезмерной автоматизации. Автоматизация в том смысле, чтобы воспрепятствовать всем возможностям перегрузки рентгеновской трубки и возможным производственным авариям рентгеновских аппаратов — дело полезное и хорошее. Такая же автоматизация, при которой — как это принято говорить — «даже ребенок сможет управлять рентгеновским аппаратом», не озна-

чает неперемногого преимущества. По моему опыту исправление таких автоматов является исключительно трудным делом, требующим специальных знаний, а это означает потерю многих полезных рабочих часов, что в наши дни, в период все возрастающих требований, предъявляемых к рентгенологии, является часто очень вредным. Такая автоматизация, служащая упрощению не самого аппарата, а только обращению с ним, часто преследует коммерческие цели и направлена скорее к тому, чтобы такой «легко управляемый» и любым могущий быть использованный аппарат мог быть куплен любым человеком без всякой особой заботы. В этом и кроется настоящая опасность! Тот, кто купит рентгеновский аппарат, будет не только управлять им, но и работать на нем, лечить, обследовать больных, ставить диагнозы и применять терапию. Эту часть работы, однако, не сможет облегчить никакая автоматика. Я часто видел, что такие легко управляемые, современные аппараты пробуждали в больных веру в то, что с их помощью можно лучше проводить рентгеновские исследования; абсурдность таких убеждений не требует, разумеется, особых разъяснений.

За последние двадцать лет в связи с конструкцией рентгеновских аппаратов все более на первый план выходит также и проблема защиты от рентгеновских лучей. В этот период мы познакомились с частью биологического влияния лучей. В связи с этим к имевшимся до сих пор значительным проблемам прибавилась еще одна не малая задача: обеспечение защиты от излучений больного, врача и обслуживающего персонала. Известно, что совершенная защита от излучения, то есть такая защита, которая полностью исключает любое лучевое поражение, не может быть осуществлена. В этой области речь действительно может идти лишь о компромиссах. В таких узких рамках не имеется возможности обсудить комплекс проблем защиты от рентгеновских излучений, однако необходимо внушить людям и в настоящий момент это важнее всего — что совершенного защищенного от излучения аппарата нет. Это

необходимо подчеркнуть потому, что в связи с рентгеновскими аппаратами и оборудованием не одна фирма подчеркивает «совершенную защиту от рентгеновских лучей». Это, однако, таит в себе очень большую опасность. Соответственно не подготовленный врач, а возможно и не специалист-рентгенолог, который не знаком точно с упомянутым положением может работать на аппарате без сознания ответственности и специфики аппарата. И в этом, в неограниченно растянутом времени просвечивания, в просвечивании, которое велось аппаратами, работавшими на высокой нагрузке, с большей чем требовалось силой тока и напряжением, кроется наибольшая опасность. В течение последних лет все яснее и решительнее подтверждается, что наряду с соматологическими повреждениями значительную роль в возникновении генетических повреждений сыграли исключительно распространенные рентгеновские исследования и облучения рентгеновскими лучами. Именно поэтому исключительно важно с точки зрения такой защиты рентгеновского оборудования подчеркнуть этот вопрос. Желательно было бы, в особенности в тех местах, где аппаратом пользуются не специалисты-рентгенологи, прилагать к оборудованию инструкцию для пользования, которая обращает внимание именно на эти точки зрения, и поставлять аппараты вместе с таким гонадо-защитным устройством, применение которого снижает до минимума опасность повреждений.

Довольно значительное средство предотвращения лучевых поражений я вижу в том, если при монтаже и установке в кабинете рентгеновских аппаратов будут учитывать направления возможного рассеяния лучей, и фирма, поставляющая аппараты, сама устанавливала и монтировала их таким образом, чтобы в этих направлениях не было возможности находиться ни больным, ни обслуживающему персоналу. Наконец, счастливым сочетанием автоматизации и усилением защиты от рентгеновских лучей было бы такое автоматическое устройство, — которое мы все с радостью приветствовали бы, которое автоматически

выключало бы рентгеновский аппарат после измерения определенного количества лучей и этим самым положило бы конец перегрузке, наступающей вследствие просвечивания. Особенно подчеркивает значение этого вопроса то обстоятельство, что относительно усилителя изображения очень многие, в первую очередь не специалисты, считают, что он в совершенстве защищает от лучей, и поэтому — как об этом говорит наш собственный опыт, приобретенный во многих операционных — его применяют безгранично долгое время без всякой предварительной адаптации.

В наших рентгенотерапевтических учреждениях уже с самого начала обращают гораздо большее внимание на излучение. В соответствии с этим защита наших рентгенотерапевтических аппаратов более совершенна. Наши рентгенотерапевтические аппараты обычно трудно передвигаемы, расположены в кабинетах с толстыми сте-

нами или стенами, выложенными свинцом, все считают это естественной, само собою разумеющейся принадлежностью рентгенотерапевтических аппаратов. У диагностических аппаратов, однако в целях удешевления производства, в интересах более изящного и современного оформления и обеспечения удобства врачей часто даже у самых современных аппаратов не обращают внимания и пренебрегают необходимой защитой от рентгеновских лучей. Это надо считать недопустимым и в централизованном порядке позаботиться о том, чтобы на всех диагностических аппаратах были обеспечены хотя еще и не указанные точно в стандартах повторные измерения защитных условий. В Венгрии поэтому введен систематический контроль защиты от рентгеновских лучей. А наш завод, выпускающий рентгеновские аппараты, в конструкциях последних лет вынес эту точку зрения на передний план.



# Роль и значение метода „жестких лучей” в современных рентгенодиагностических исследованиях

З. ЖЕБЕК и Э. МЕШТЕР

За последние десятилетия многочисленные сообщения занимались методом, известным под названием «техника жестких лучей» (Hartstrahltechnik) т. е. по существу тем вопросом, каким образом можно было бы производить рентгеновские снимки более рационально. Стремление к развитию самой целесообразной техники изготовления рентгенограмм привело к направлению, поставившему себе целью изготовить снимки безупречной ценности путем повышения напряжения при съемке (kV) и при одновременном значительном снижении величин mAs. При разработке этой методики в значительной мере было принято во внимание необходимость при изготовлении съемок, по возможности, снизить дозу облучения, которой подвергается больной. За последние годы это требование все чаще выдвигалось на передний план, ибо все больше возросло число радиобиологов, обративших внимание на тот факт, что гонадовый состав человечества, его наследственная масса, подвергается все повышающемуся вредному действию рентгеновых лучей. А именно, дело в том, что отпадающее на душу населения число рентгеновских исследований увеличивается во всем мире, и к этому еще добавляется повышенная радиоактивность атмосферы. Это однозначно с тем, что в результате поглощаемой энергии излучения в наследственной массе могут возникнуть такие изменения, вследствие которых число летальных вариантов в потомках повышается, что весьма желательно было бы, по мере возможности, уменьшить.

В период до применения техники жестких лучей стремление было направлено на снижение дозы облучения больных до более низкой величины путем помещения впереди места выхода пучка лучей рентгеновской трубки сравнительно толстого (3,0 мм) алюминиевого фильтра, чтобы таким образом устранить не играющие роли в создании рентгенограммы мягкие компоненты излучения. Это решение хотя и привело к значительному уменьшению дозы облучения поверхности тела снимаемого лица, однако, достигнутый результат не был удовлетворяющим, ибо независимо от толщины применяемого фильтра, повысить жесткость, проникающую способность излучения сверх так наз. предельной длины волн, определенной напряжением при снятии (kV) возможно исключительно путем повышения напряжения (kV). Ввиду того, что в рентгенодиагностике общепринятым правилом является, что повышением напряжения в значительной мере можно снизить mAs, ибо из количества излучения с большой проникающей способностью меньше поглощается телом исследуемого лица и большее количество попадает на пленку, благодаря чему создается почернение, весьма понятно, что исследователи совершенно правильно искали решение в этом направлении.

Свыше 30 лет тому назад Вебер, как и Захер, далее Штефани, попытались применять для диагностических целей напряжение свыше 100 kV. В течение прошедших с их экспериментов десятилетий основные принципы этого метода были выяснены не



Рис. 7. Обычный латеро-латеральный рентгеновский снимок черепа. Факторы экспозиции: 85 kV 200 mA, 0,6 сек, Поттер-Букки

только теоретически, но и в клинической практике. Принцип метода сводится, с одной стороны, к тому, что при повышении напряжения мощность рентгеновской трубки (р/мин) возвышается на биквадрат напряжения, значит, в таких случаях, когда напряжение на трубке с конвенционально величиной примерно в 70 kV, с которой обычно изготовляют рентгенограммы легких, повышается до 130 kV, при неизменной мощности дозы (р/мин). Однако, это еще не означает, что кожа исследуемого лица

подвергается значительно меньшей дозе облучения, а прежде всего то, что из созданного напряжением 130 kV излучения значит из дозы, попадающей на поверхность тела, меньше поглощается человеческим телом, и больше попадает на пленку, в результате чего можно сократить время экспозиции, то есть снизить подверженность больного вредному влиянию рентгеновых лучей приблизительно до 1/5 части, или же снимки можно заснять из большего расстояния, то есть вместо 1,0—1,5 м из 2 или

даже 3 м, что является весьма существенным преимуществом с точки зрения орто-рентгенографического изображения.

В отношении объективных радиофизических основ этого вопроса, можно, между прочим, опираться на исследования *Ваксмана*, который установил, что напр. в случае применения рентгеновых лучей, созданных при напряжении 120 kV по сравнению с 60 kV при одинаковой интенсивности тока накала, за 20 см-овым водяным фантомом (соответствующим саггитальному диаметру нормальной грудной клетки) на пленку попадает такое количество лучей, что в случае созданного напряжением 120 kV излучения, время экспозиции можно укоротить от 1/5 до 1/7, ибо в определенных пределах, независимо от длины волн (напряжения на трубке) в случае применения усиливающего экрана необходимого для почернения пленки прибл. количество в 2 мр рентгеновых лучей. Исследуя взаимосвязь падающей на тело и выходящей из тела доз, в случае применения напряжения 60 kV и 20 см-ового водяного фантома, соотношение падающей в фантом и выходящей из него доз равно 100:1, в то время как в случае напряжения 120 kV это соотношение 20 : 1, то есть, как мы видим, измеримое за 20 см-овым водяным фантомом излучение в пять раз больше в результате увеличения напряжения от 60 kV до 120 kV. Следовательно, техникой жестких лучей существенно можно снизить не только поверхностную, но и интегральную дозы.

Значит, право на существование так наз. техники жестких лучей определяется прежде всего тем фактом, что длина волн «жесткого» излучения короче, его проникающая способность больше, и поэтому при одинаковом количестве падающих лучей в общем можно в известных пределах, добиться более интенсивного почернения на пленке, чем применением такого же количества более мягких лучей. Однако, как уже было упомянуто, это обстоятельство имеет значение не только в отношении необходимого для почернения пленки количества лучей, но гораздо больше с точки зрения подверженности исследуемого лица вред-

ному влиянию рентгеновых лучей, так как в случае применения метода жесткого излучения соотношение между падающим на исследуемый объект и выходящим количествами лучей значительно благоприятнее, чем при обычной рентгенографической методике.

Однако, в противоположность этому, несомненно, что при применении техники жестких лучей на рентгенограммах или на экране, параллельно с укорочением длины волн пучка лучей, снижается фотографический контраст, все более исчезает резкая граница между тенями костей и мягких частей. Бывают же случаи, когда это обстоятельство не только не является вредным, но даже полезным. Учитывая, что на «контрастных» рентгенограммах легких тени ребр покрывают приблизительно 50% поверхности легких, то бесспорно, что техника жестких лучей, в первую очередь в исследованиях грудной клетки, имеет значительные преимущества.

С точки зрения диагностики легких значение техники жестких лучей состоит далее еще в том, что на так наз. слишком контрастных, слишком мягких рентгенограммах несомненно видны тени, которые могут ввести нас в заблуждение. Поперечные сечения небольших сосудов могут казаться очагами и т. п. При технике жестких лучей этот компонент отпадает.

Техника жестких лучей весьма ценна также для выявления не структурных изменений, как напр. при исследовании желудочного и пищеварительного тракта, когда диагноз ставится на основе изменения контур. Однако, техника жестких лучей имеет также свои недостатки. Дело в том, что жесткое излучение появляется как фактор нерезкости, который вредит картине. Этот недостаток можно в значительной мере уменьшить специальными решетками для жестких лучей. Кроме того рассеянное излучение можно устранить применением предложенного *Гределем* метода, который сводится к тому, что при исследовании легких рентгеновыми лучами снимаемое лицо стоит на расстоянии 10—20 см от кассеты, что в случае снимка, заснятого из расстоя-

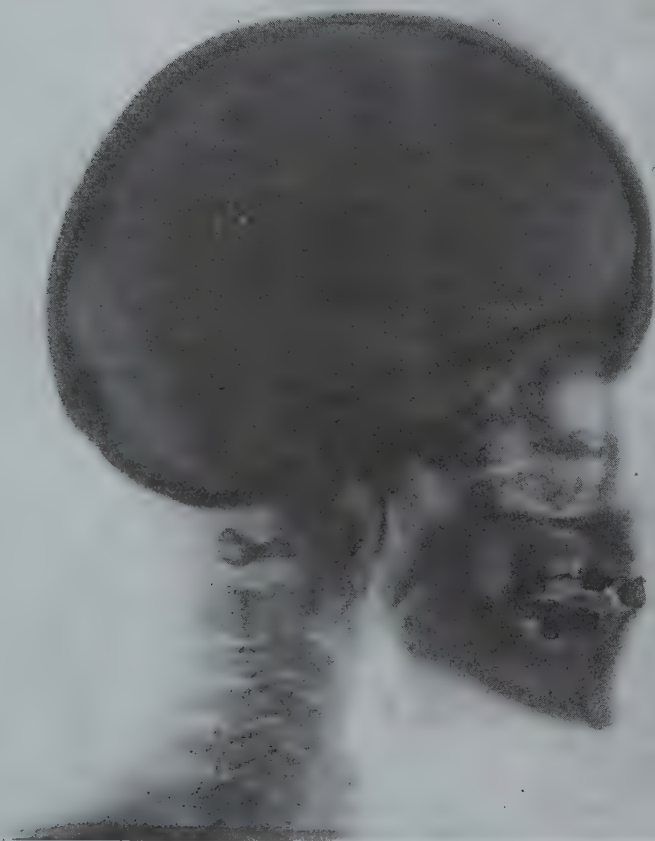


Рис. 2. Рентгеновский снимок черепа того же лица. Рентгенограмма изготовлена при напряжении 120 kV

нии 2 м, еще не обуславливает ни существенного увеличения, ни значительной размытости на рентгенограммах.

Принимая во внимание все эти обстоятельства, понятно, что так наз. техника жестких лучей находит широкое применение, и что имеются сообщения об экспериментах, направленных на изготовление рентгенограмм легких не только напряжением 150—200 kV но даже 1000 kV.

В норме, однако, общее применение находит напряжение примерно 150 kV, и все возрастает число учреждений, в которых

напряжение около 150 kV применяется рутинно в повседневной диагностической работе. Согласно сообщению *Ванновиуса* в Гамбургской больнице Святого Георгия результаты исследований, проведенных при напряжении 200 kV оказались весьма благоприятными не только в области диагностики грудной клетки, но и неврологии, рентгеновских снимков черепа, энцефалографических, миеелографических исследований и т.п.

Существенным вопросом является, поскольку изменяется «резкость» изображения



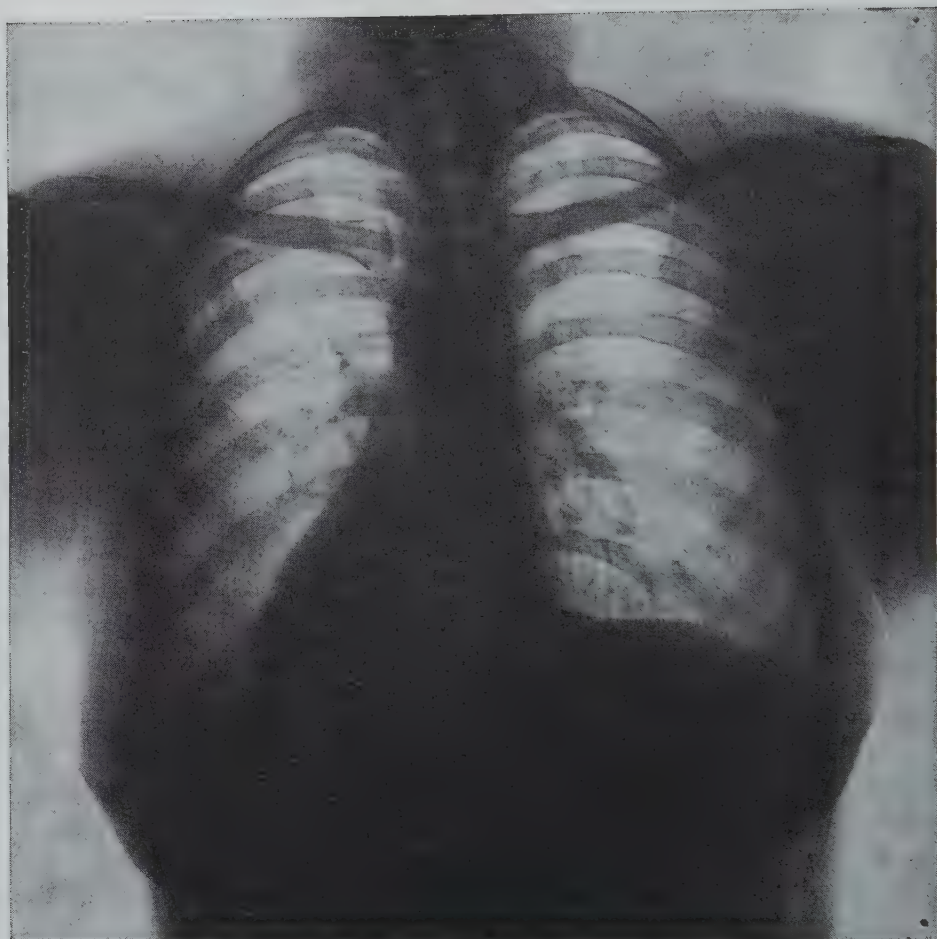


Рис. 3. Рентгеновский снимок грудной клетки. Напряжение 120 kV. Тонкая решетка (Feinraster)

при методике жестких лучей. Бесспорно, что в этом отношении, кроме применения вышеупомянутой решетки, необходимо искать определенные решения, при помощи которых можно уменьшить действие повышенного рассеянного излучения, снижающее резкость изображения.

При методе жестких лучей непременно обосновано также применение так наз. тонкозернистого усиливающего экрана. Не следует пренебрегать вопросом фольги (усиливающего экрана) ибо усиливающие экраны поглощают гораздо большее коли-

чество излучения, чем пленка. Пленка гораздо чувствительнее к флюоресцентному свету усиливающего экрана, чем в отношении рентгеновых лучей, и почернение пленки почти до 95% состоит на действие света усиливающего экрана.

Из всего сказанного явствует, что техника жестких лучей имеет не только при производстве рентгеновских снимков грудной клетки, но также в таких случаях, когда целесообразно снизить дозу облучения больного именно в интересах защиты половых желез (позвоночный столб, рент-

генография при беременности, истеро-сальпингография, рентгеновские снимки таза, и т.д.) весьма большие преимущества.

Это нагляднее всего бросается в глаза, если учесть, что при изготовлении рентгеновских снимков поясничной части позвоночного столба применением напряжения 75 kV, больной нагружается дозой облучения приблизительно 2,2 р, и что эту дозу можно уменьшить применением напряжения 150 kV до 0,65 р.

Если же принять во внимание, что с точки зрения биологической реакции, возмущающей на организм, большое значение имеет, в первую очередь, не только количество падающих лучей, но и общая поглощаемая энергия излучения, то становится понятным, какая значительная разница получается при технике жестких лучей. При общепринятой до сих пор конвенциональной жесткости лучей (40—90 kV), при длинах волн (0,5—0,4 Å), необходима гораздо большая внутренняя доза, чем при так наз. технике жестких лучей, ибо в поверхностных слоях тела поглощается сравнительно большое количество лучей. Если при технике жестких лучей применять такое же количество лучей, как при нормальной технике рентгенографии то по существу в теле больного должно было бы поглощаться гораздо большее количество лучей, ибо более жесткое, более проникающее излучение обладает большей интегральной, объемной дозой. Преимущество жестких лучей сказывается в том, что из излучения с большей проникающей способностью относительно абсолютного количества требуется гораздо меньше падающего излучения для достижения интенсивности излучения, необходимой для почернения пленки, для получения рентгеновских снимков.

Однако, техника жестких лучей не во всех случаях рекомендуется, или вернее, ее применение не является необходимой при всех исследованиях. Так напр. в случае изготовления рентгенограмм от образований небольших диаметров, или конечно-стей, применение этой техники излишне. Можно сказать, что во всех случаях, когда применение Букки-аппарата необосновано,

метод жестких лучей излишен, ибо обычными методами рентгеновского исследования получаются совершенно удовлетворяющие результаты. Очевидно также и то, что значительная часть ныне употребляемых рентгеновских оборудований не пригодна для техники жестких лучей, так как если даже при помощи трансформатора можно создать напряжение свыше 100 kV, то у аппаратов с 4 кенотронами максимальное напряжение во время нагрузки снижается прил. на 30%, значит соотношение между kV макс и kV эфф. равно 1 : 0,7, и эти две величины практически одинаковы только у аппаратов с 6 кенотронами.

Относительно рентгентехнических деталей обсуждаемого вопроса следует еще упомянуть, что при обычной методике изготовления рентгенограмм, в интересах применения весьма короткого времени экспозиции (0,04—0,06 сек.) необходимо сильно повысить величину mAs, значит, для сокращения времени экспозиции необходимо удвоить мощность дозы рентгеновской трубки. Если же в определенном случае в два раза увеличивается интенсивность тока накала, то нагрузка фокуса, возникающая теплота, также удваивается. В противоположность этому, если увеличить напряжение примерно на 10 kV, благодаря чему попадающее на пленку количество лучей повышается примерно в два раза по сравнению с количеством лучей при более низкой величине kV, то это с точки зрения возникающей на фокусе рентгеновской трубки теплоты означает только 10%-ое повышение нагрузки.

Ввиду того, что в связи с техникой жестких лучей, в случае более жесткого излучения уменьшение интенсивности излучения смещается со стороны поглощения на сторону рассеяния, и значительно повышается в процентном отношении, то выдвигается вопрос, не сопровождается ли это повышенное соотношение рассеянного излучения при изготовлении снимков с помощью техники жестких лучей также повышенной подверженностью половых желез вредному влиянию рентгеновых лучей? На этот вопрос дают нам ответ исследования



Рис. 4. Рентгеновский снимок грудной клетки того же лица, изготовленный обычными факторами (70 kV) без растра

Клотца и Зелентага, проводивших измерения на водяном фантоме, соответствующем форме человеческого тела, и применявших напряжение от 50—200 kV, пользуясь при этом 3,0 мм-овым алюминиевым и 1,0 мм-овым медным фильтрами. Они определили на кривых изодоз, каким образом изменяются условия рассеянного излучения в соседних с прямым пучком лучей областях, значит, в тех областях тела, где располагаются гонады. Они установили, что по мере повышения напряжения, в случае повышенной жесткости качества излу-

чения, увеличивается не только процентная глубинная доза, но снижается также объемная доза, то есть не только в поверхностных слоях тела поглощается меньшее количество лучей, но и в более глубоких слоях, и в то же время в случае применения техники жестких лучей в соседних с прямым пучком лучей областях меньше абсолютная доза рассеянного излучения.

Из сказанного бесспорно выявляется, что за технику жестких лучей говорят точки зрения лучевой гигиены. Однако, для рентгенолога весьма важным вопросом яв-





*Рис. 5.* Рентгеновский снимок того же лица, изготовленный методом жестких лучей, техникой Грёделя. Вентральная поверхность грудной клетки больного находилась на расстоянии 40 см от кассеты

ляется, не сказываются ли в фотографическом характере снимков, изготовленных обычным методом или техникой жестких лучей, такие невыгодные разницы, которые снижают ценность снимков, полученных техникой жестких лучей. Наш опыт подтверждают наблюдения *Гаевского* и сотруddников, пришедших к тому установлению, что в «деталях объекта» (Objektdetail) в отношении распознаваемых «тонких» и «мелких» теней, нет разницы, да даже определенные «переоблученные» или «недоста-

точно облученные» детали на снимках, изготовленных обычной методикой, лучше оценимы на рентгенограммах грудной клетки, полученных методом жестких лучей. Это объясняется меньшей разницей контрастов.

Следует сказать, что рентгенограмма грудной клетки, полученная напряжением 100—120 kV, дает более надежную основу для поставки диагноза, чем обычная рентгенография, и она особенно ценна в случае боковых снимков грудной клетки.







Рис. 7. Изготовленный от того же лица рентгеновский снимок пяточной кости. Непосредственно увеличенный снимок, контактная копия

Значительным преимуществом является и то обстоятельство, что в случае изготовления рентгеновских снимков напряжением свыше 100 кВ, без всяких трудностей можно пользоваться тонкозернистой (fine grain) фольгой, что, как известно, в существенной мере улучшает резкость изображения, и в частности, если использовать предоставленную этим методом возможность применения крайне короткого времени экспозиции, напр. в случае рентгеновских снимков легкого, снижается расплывчатость, вызванная смещением, в первую очередь пульсирующими деталями.

В предшествующем уже было упомянуто, что при методе жестких лучей вследствие физических свойств рентгеновских лучей рассеянное излучение довольно значи-

тельное, и последнее можно уменьшить так наз. техникой *Грёдель—Вахтера*, при которой больной не прижимается к кассете, а стоит на расстоянии 15—20 см от последней. Проведение этого метода на практике иногда наталкивается на трудности и таким образом возникла мысль, что напр. в случае производства рентгеновских снимков грудной клетки, при которых впрочем не было принято пользоваться растром, целесообразно уменьшить рассеянное излучение при помощи раstra. Согласно сообщению *Гаевского* рассеянное излучение можно уменьшить на одну треть первоначальной величины, если готовить рентгеновские снимки напряжением 120—150 кВ и применять тонкий растр. Ввиду того, что это обстоятельство имеет весьма зна-

чительное влияние на «качество» изображения, то применение раstra непременно рекомендуется. Дальнейшим большим преимуществом методики жестких лучей является, что с ее помощью успешно можно изготовить снимки на бумаге.

К вышесказанному следует еще добавить, что основным условием техники жестких лучей является современный генератор, пригодный для создания необходимого kV напряжения, и современная рентгеновская трубка, которую можно нагрузить упомянутым напряжением. Приложенные рентгенограммы изготовлялись четырехкеноotronным рентгеновским аппаратом «Диагномакс» при соблюдении технических данных и факторов экспозиции, приведенных в тексте отдельных картин.

Подытоживая все сказанное следует установить, что методика жестких лучей среди современных диагностических методов является одним из ценных средств для простого и удобного получения лучших результатов исследования при меньшей дозе облучения.

В заключение можно сказать, что при методе жестких лучей доза облучения больного, составляет только примерно  $1/5$  часть дозы облучения при обычной методике, и что более короткими экспозициями можно получить ортографически лучшее качество изображения, чем при обычной методике. Важнейшим из этих преимуществ является уменьшение дозы облучения. Следует упомянуть, что даже при рентгеноскопии целесообразнее повысить напряжение и уменьшить интенсивность тока накала, устраняя применением 3 мм-ового алюминиевого фильтра мягкую и излишнюю составляющую излучения. Это гораздо выгоднее, чем повысить величины mAs в интересах усиления интенсивности света изображения или же экрана при низком напряжении. Вышеописанным методом можно путем снижения дозы облучения уменьшить опасность повреждения рентгеновскими лучами половых желез. Это имеет исключительно большое значение в частности в ходе клинического контроля легочных болезней, ибо общеизвестно, что

в легочных процессах число рентгеновских исследований, как правило, весьма большое в острой фазе болезни, в течение клинического лечения необходимо считаться с по меньшей мере одним просвечиванием или рентгенографическим исследованием в неделю.

Ввиду вышесказанного этот метод имеет не меньшее значение также в случае рентгеновских исследований седалищной области. Целесообразным применением вышеприведенных данных можно не только снизить дозу облучения больных, но и более рационально пользоваться рентгеновскими лучами, более экономно работать с машинным оборудованием.

## О значении непосредственно увеличенных рентгеновских снимков

При обсуждении метода жестких лучей мы уже упомянули, что нагрузку фокуса рентгеновской трубки можно значительно уменьшить применением техники жестких лучей. Из этого следует, что для изготовления снимков можно пользоваться существенно меньшим фокусом трубки, чем при обычном методе. Общеизвестно, что чем меньше фокус рентгеновской трубки, тем больше так наз. геометрическая резкость изображения. Поэтому и была сконструирована так называемая тонкофокусная трубка, у которой размеры фокуса  $0,3 \times 0,3$  мм., благодаря чему получается гораздо более четкое изображение объекта, чем с общепринятыми трубками. С помощью такого небольшого фокуса можно изготавливать так наз. непосредственно увеличенные рентгеновские снимки, имеющие большое значение в диагностике легких, и особенно костей. Применением такого фокуса дается также возможность для непосредственного увеличения небольших по своим размерам образований и изменений. С именем *Грёделя* связана идея непосредственного увеличения, которую он осуществил впервые. По его предложению рентгеновский снимок легких целесообразно изготавливать при расстоянии фокуса от пленки

300 см и расстоянии объекта от пленки 15—20 см, с напряжением 120 kV. В таком случае, однако, рассеянное излучение значительно увеличивается, и оно составляет около 60% всего количества излучения, попадающего на пленку. Это количество излучения можно до 40% снизить применением тонкой решетки Лисгольма.

За последнее время вышеописанный метод применяется все большим числом исследователей и он в значительной мере способствует распознаванию и анализу более тонких структурных деталей. Размер увеличения не должен превышать соотношения 1:2, хотя согласно опыту Шобера и других исследователей оптимальным следует считать около 1,5 кратное увеличение. За новейшее время осуществлялось даже производство или же применение фокуса с размерами еще меньше вышеупомянутых. Однако, на практике наименьший ныне применяемый фокус рентгеновской трубки имеет размеры  $0,03 \times 0,03$  мм. На рис. 3 показывается рентгеновский снимок грудной клетки, снятый с фокусом  $0,3 \times 0,3$  мм при непосредственном увеличении и при помощи тонкой решетки.

Для целей непосредственно увеличенных снимков служат специальные столы для исследования, однако, в таких учреждениях, в которых производство увеличенных снимков не является рутинной работой, рентгеновские снимки изготавливают таким образом, что снимаемую часть тела помещают на стол Букки, а пленку на расстоянии 30—40 см под доской стола Букки, тщательно следя за правильной установкой. Снимок изготавливается при обычном расстоянии фокуса от объекта, чтобы таким путем еще повысить размер увеличения.

Разумеется, при изготовлении непосредственно увеличенных снимков необходимо учитывать, что в случае повышения расстояния фокуса от пленки следует, соответственно правилам квадратного уменьшения интенсивности пучка лучей, выбрать соответствующие факторы экспозиции. На рис. 1—2 и 4—7 показываются нормальные и непосредственно увеличенные снимки одного и того же объекта.

Эта методика нашла самое большое распространение в области диагностики костей, для выявления небольших структурных изменений и очагов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. BOUTON, E.: J. de Radiol. **38**, 767 (1957).
2. BUCHHEIM, C. E., FRITZ, W., BRANNOFFER, J.: Röntgenblätter. **10**, 65 (1957).
3. BÜCKER, J.: Fortschr. Röntgenstr. **86**, 75 (1957).
4. CAMERMAN, J.: J. belge Radiol. **38**, 273 (1955).
5. CHATELAIN, A.: J. de Radiol. **39**, 180 (1958).
6. COCCHI, V.: Fortschr. Röntgenstr. **81**, 24 (1954).
7. ESCHBACH, H.: Kongressbericht 2. Tg. med. wiss. Ges. Röntgenol. DDR. 477 (1958).
8. FREYE, K.: Fortschr. Röntgenstr. **79**, 345 (1953).
9. FRIES, P.: Radiol. med. **41**, 1219 (1955).
10. FRİK, W.: Beitr. Klin. Tbk. **117**, 138 (1957).
11. FRİK, W., GAJEWSKI, H., WACHSMANN, F., BUCHHEIM, C. E.: Fortsch. Röntgenstr. **83**, 330 (1955).
12. KLETT, C., SCHÖBER, H.: Röntgenblätter. **11**, 337 (1958).
13. KLOTZ, E.: Röntgenblätter. **11**, 353 (1958).
14. KLOTZ, E., SEELENTAG, W.: Fortschr. Röntgenstr. **89**, 92 (1958).
15. KOECHER, P.: Mschr. Kinderheilk. **106**, 69 (1958).
16. KRUSEWSKY, S.: Pol. Tyg. Lek. **14**, 1997 (1959).
17. LANGWITZ, N.: Dtsch. Gesundheitswesen. 757 (1956).
18. MARIN GORRIZ, E. F. J.: Acta ibér. radiol. cancer. **14**, 1 (1959).
19. MATTSON, O.: Acta Radiol. (Stockholm), **120**, 5 (1955).
20. MODY, K. P.: Indian J. Radiol. **9**, 139 (1955).
21. PETROV, L., IVANOV, G.: Sovr. Med. (Sofia). **1**, 71 (1957).
22. PONS, H.: J. Radiol. Electrol. **40**, 614 (1959).
23. SCHOEN, D.: Fortschr. Röntgenstr. **78**, 170 (1953).



24. SCHREITER, G.: Kinderärztl. Praxis. **27**, 100 (1959).
25. STEPHANI, J.: J. de Radiol. **38**, 47 (1957).
26. SVOBODA, M.: Čas. lék. českosl. 893 (1958).
27. UHL, H.: Röntgenblätter, **7**, 342 (1954).
28. WACHSMANN, F.: Magy. Radiol. **10**, 125 (1958).
29. WANNONIUS, S.: Röntgenblätter, **12**, 230 (1959).
30. WIETERSEN, F.K.: Am. J. Roentgenol. **77**, 690 (1957).
31. WILLBOLD, O.: Fortschr. Röntgenstr. **38**, 69 (1956).
32. YARZA: Arch. Fac. Med. Zaragoza. **5**, 591 (1957).

# Организационные и технические проблемы профилактического осмотра для выявления силикоза

Ш. САНДАНЬИ

Современное развитие промышленности в силу необходимости выдвинуло в центр внимания гигиенические, социальные и экономические отношения различных видов пневмокониоза. Среди последних особенно большое значение имеет агрессивная группа этой болезни, вызывающая в легких прогрессирующий фиброз. К этой группе относятся силикоз, асбестоз и талькоз, из которых практически важнейшим является силикоз, ибо он встречается чаще всего. Силикоз развивается в результате длительного вдыхания пыли без особых клинических симптомов — так сказать незаметно. Опасность силикоза кроется именно в том, что когда появляется первый клинический симптом, затруднение дыхания, в легких наблюдаются уже тяжелые, необратимые изменения. Повышающаяся недостаточность дыхания, а позже также недостаточность кровообращения приводят к инвалидности больного.

В борьбе против силикоза в медицинском отношении самой эффективной мерой является по возможности раннее распознавание повреждения легких, и перевод больных из вредящей им среды работы в другую. Это практический единственный способ, чтобы прекращением дальнейшего вредного воздействия среды препятствовать необратимому развитию начавшегося в легких фиброза, или по крайней мере замедлить процесс болезни.

В интересах раннего распознавания необходимо заботиться о систематической периодической проверке состояния легких трудящихся, занятых в «пыльных» профес-

сиях. Необходимым средством выяснения состояния легких является рентгеновское исследование. Точность радиологического исследования определяет успешность периодических осмотров.

Диагностика пневмокониоза предъявляет весьма высокие требования к рентгеновскому исследованию. При выборе радиологического метода исследования необходимо учитывать количественные и качественные отношения этих требований.

Согласно данным Государственного Института гигиены труда, Будапешт, систематическая периодическая проверка состояния легких обоснована во всей стране у около 100—120,000 трудящихся, занятых в «пыльных» профессиях. Необходимо проводить периодический медицинский осмотр многочисленных групп населения, предприятий, шахт и отдельных профессий. Присутствие всего состава заинтересованных лиц на профилактическом осмотре обеспечивается эффективнее всего, если рентгеновское исследование проводить непосредственно на рабочем месте, т. е. иными словами, целесообразнее всего пользоваться встроенной в автобус «подвижной рентгеновской станцией».

Предъявляемые к рентгеновскому исследованию качественные требования можно подытожить в нижеследующем:

1. Оно должно предоставить возможность для изучения самых тонких структурных элементов легких;

2. Предоставить прочную, удобную в обращении документацию, хорошо хранящуюся в архивах;



Рис 1. Рентгеновская лаборатория, встроенная в автобус

3. Осуществление рентгеновского исследования должно быть быстрым, простым и свободным от технических ошибок.

С точки зрения предъявляемых требований необходимо исследовать, какой радиологический метод исследования лучше всего удовлетворяет последним.

Без того, чтобы недооценить значение рентгеноскопического исследования в известных областях рентгенодиагностики легких, объективно следует сказать, что оно не дает возможности для надежного выяснения тонких структурных изменений легких, далее оно не предоставляет никакой прочной документации, и никоим образом непригодно для целей массовых обследований.

Другой способ, производство традиционных крупноразмерных телеснимков легких, бесспорно обладает большой диагностической ценностью. Однако, само исследование весьма обстоятельно, обработка больших снимков в темной комнате, их хранение в архиве, все это сопровождается с такими трудностями, что этот метод исследования также непригоден для массового обследования.

Следует подчеркнуть, что эти установления сделаны не только на теоретическом уровне, но они основываются на многодесятилетних опытах, приобретенных в ежедневной практике. Наилучшим способом для массовых обследований является флюорография. При этом методе исследования появляющееся на флюоресцирующем экране силуэтное изображение зафиксировано фотографическим путем. Сама идея этого метода восходит до самого начала рентгеновской эры. Однако, до практического осуществления этой идеи необходимо было длительное развитие в области производства рентгеновских установок и трубок. Необходимо было увеличить интенсивность светового излучения рентгеновского экрана, в фотографирующих аппаратах повысить силу света оптики, далее в области производства пленок нужно было разрешить проблему высоко-чувствительной тонкозернистой эмульсии, сенсibilизированной к флюоресцирующему свету. В своей нынешней современной форме флюорография представляет собой полноценный радиологический метод исследования.

Государственный Институт гигиены тру-



Рис. 2. Венгерский «рентгеновский автобус» за рубежом

да считал целесообразным в области исследования пневмокониозов организовать по всей стране профилактический осмотр для выявления заболеваемости силикозом. Для решения этой задачи был на основании вышесказанного выбран метод флюорографии. Ввиду больших диагностических требований весьма важным был вопрос о технической оснащенности персонала, осуществляющего массовое обследование.

Конструкторы и исполнители предприятия «MEDICOR RÖNTGEN MŰVEK» создали, при учете весьма многочисленных частичных требований, с превосходным профессиональным знанием, современное оборудование для флюорографии, подвижной рентгеновский лабораторий для фотографирования изображения, появляющегося на флюоресцирующем экране: «Медикор-620-Х». Оборудование состоит из следующих основных частей.

а) Специальный кузов ИКАРУС 620. Шестицилиндровый дизель-мотор мощностью 145 л. с. Общий вес автобуса вместе с оборудованием и прицепом — 12 т. Встроенные шкафы, места для сидения и лежания обеспечивают удобство для персонала.

б) Встроенный в прицеп источник тока. Работающий четырехцилиндровым бензиновым мотором генератор, мощностью 12 kVA.

в) Четырехкеноotronный аппарат для флюорографии — СЕРИКС 6, для массовых обследований, работающий катушечной пленкой.

Мощность аппарата 150 mA—150 kVs, самое короткое время экспозиции — 0,04 сек.

Основные части оборудования следующие: Аппарат Серикс 6, рентгеновская трубка с вращающимся анодом, пульт управления. Станина фиксирует рентгенов-



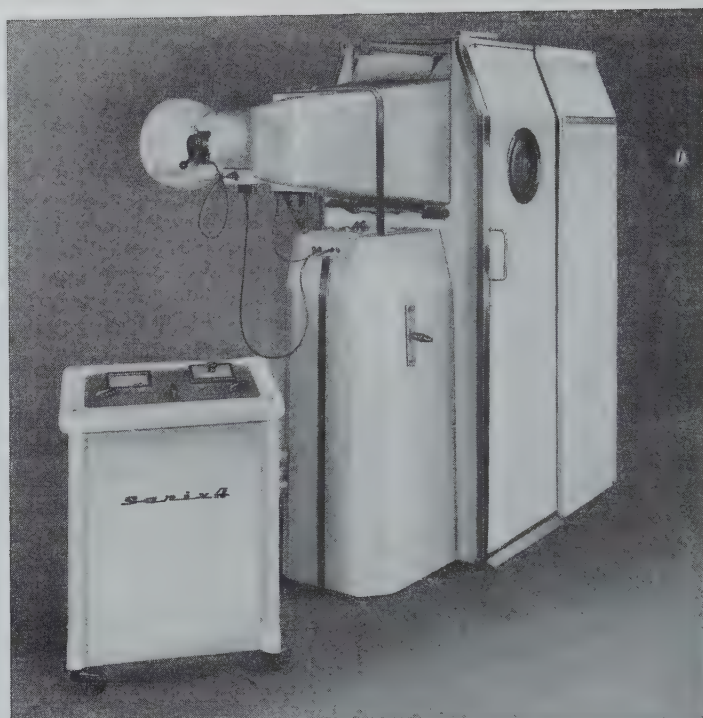


Рис. 3. Венгерский рентгеновский аппарат типа СЕРИКС 6

скую трубку и оптическое оборудование в одной оси. Установка исследуемого лица осуществляется моторным подъемным механизмом. Оптическая часть оборудования состоит из самой современной камеры ОДЕЛКА.

Сила света зеркальной оптики 1:063. Для целей массового обследования весьма пригодна моторная кассета для пленки, в которую можно поместить одновременно катушечную пленку длиной 30 метров, благодаря чему дается возможность для бесперебойного изготовления 430 снимков. Встроенный фототаймер обеспечивает освещение снимков, установленное на соответствующую степень почернения пленки. Правильную работу оборудования контролируют сигнализационные механизмы. Необходимо подчеркнуть превосходную защиту персонала от вредного влияния рентгеновых лучей, соответствующую венгер-

ским стандартным предписаниям, которые гораздо строже чем международные стандарты. Другим большим преимуществом оборудования является последовательно осуществленное обеспечение прохождения обследуемых в одном направлении даже в случае принадлежащего к подвижной станции большой палатки для раздевания, так как входящая и выходящая двери открываются в эту палатку.

Прототип вышеописанного оборудования был передан в эксплуатацию в 1956 году. С тех пор в его работе не проявлялись никаких перебоев. С первой трубкой изготовлялись 100,000, а с второй 130,000 снимков.

Венгерский «Рентгеновский автобус» пользовался большим успехом на выставках различных стран, но еще больше он оправдался на практике, так как в трех частях света проводится безупречная ра-

бота с этими сконструированными на основе многолетнего опыта подвижными рентгеновскими станциями.

В связи с научной обработкой материа-

лю метода флюорографии способствовали выявлению многочисленных случаев силикоза. При помощи сравнения последующих друг за другом снимков удалось определить

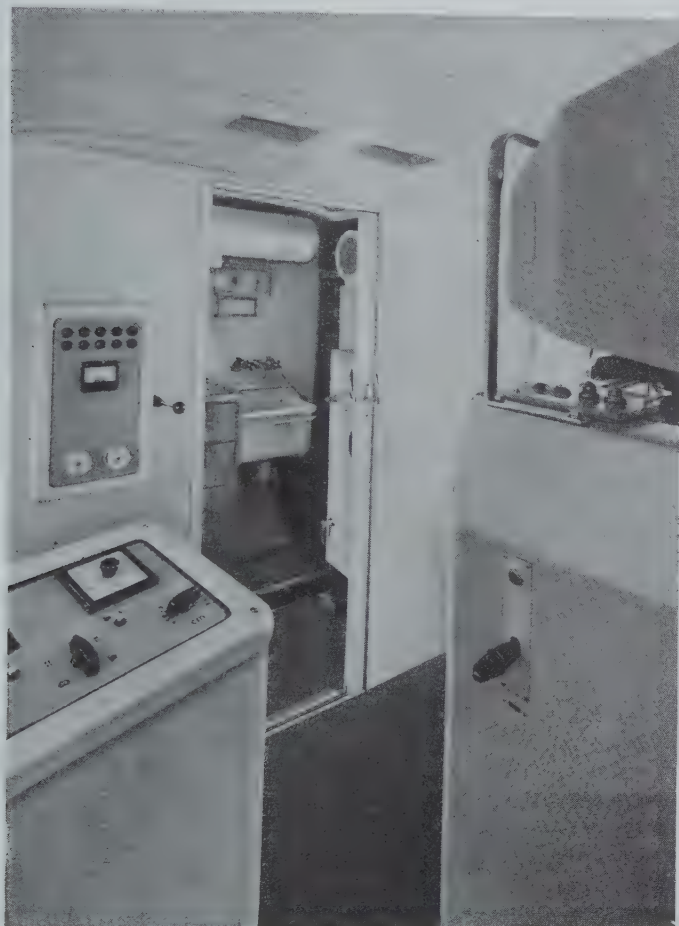


Рис 4. «Подвижная» рентгеновская лаборатория изнутри

ла массовых обследований, во всех таких случаях, когда на флюорограмме было обнаружено изменение, изготавливались также рентгеновские снимки крупных размеров. Опираясь на сопоставление многотысячных снимков было установлено, что в области диагностики силикоза флюорография весьма оправдалась. Систематически проведенные массовые обследования при по-

динамику случаев силикоза. Были получены обзорные картины о заболеваемости силикозом в отдельных предприятиях. Полученный в ходе массовых обследований материал флюорограмм оказывает неоценимую помощь в поставке раннего диагноза.

В целях обеспечения диагностической полноценности флюорограмм следует при обработке пленок в темной комнате посту-

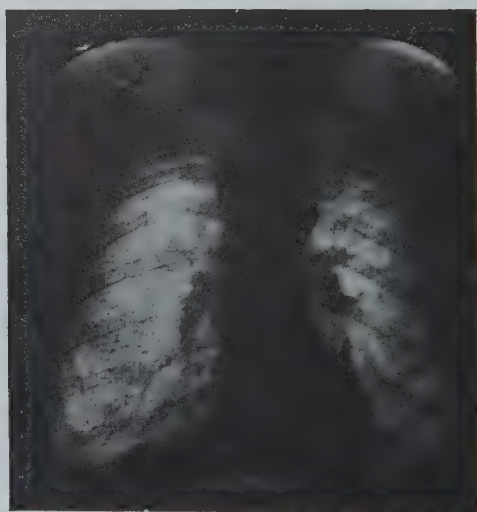
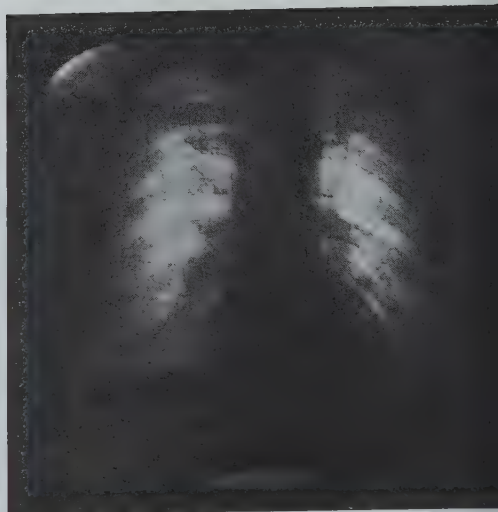
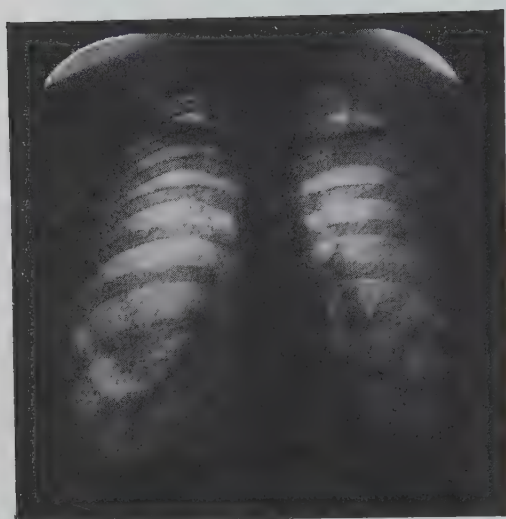


Рис 5. Флюорограммы

пить с исключительной тщательностью. Обеспечение соответствующих условий труда в случае массовых обследований не является простой задачей.

В течение практической работы мы вскоре убедились в том, что проявление пленок на месте стоянки станции вследствие различных недостатков не является

целесообразным. Поэтому внедрялось в практику изготовить на месте отдельных стоянок несколько пробных снимков. Во встроенной в автобус темной комнате снимки немедленно проявляются. Если пробные снимки оказываются хорошими, то проводится массовое обследование, причем проявление пленок осуществляется в централь-



ной лаборатории, где обеспечены все условия для безупречного проявления пленок. Для обработки катушечных пленок необходимо соответствующее техническое оборудование. Предприятие DE OUDE DELFT производящее камеру Оделка, поставляет для проявления 3,70 и 30 метровых пленок танковое оборудование. Предоставленные моторной кассетой возможности используются полностью только при помощи устройства для проявления Ханзена, с которой одним приемом можно проявить 30 метровую пленку. На правильно экспонированных и хорошо проявленных флюорограммах хорошо видна на непокрытых телом черных частях при слабом увеличении лупой полосатость встроенной тонкой решетки, что является критерием резкости изображения. Весьма желательно, чтобы члены группы, производящей массовое обследование, получили соответствующую подготовку в применении приборов, служащих для проявления 70 мм-овых пленок.

Для чтения флюорограмм рекомендуется система Кикера. Рассмотреть пленки следует при проходящем свете. Достаточно слабое увеличение лупой. При профилактическом обследовании в целях обнаружения силикоза весьма важно взвешивание данных анамнеза работы. Это обстоятельство немного замедляет чтение. Для оценки флюорограмм необходим большой рентгенодиагностический опыт. Согласно наблюдениям автора при чтении флюорограмм возникают те же самые возможности диагностических споров, что и в случае обычных крупноразмерных снимков. Следует подчеркнуть, что проводимое флюорографией массовое обследование для обнаружения силикоза представляет из себя только профилактическое обследование, ни больше ни меньше этого. После массового обследования обязательно следует провести детальное рентгеноклиническое и ла-

бораторное обследование спорных и положительных случаев.

Успешность массовых обследований для обнаружения силикоза в значительной мере зависит от надлежащей организации труда. Первым шагом правильной организации должно быть определение состава исследуемых лиц. Рабочий план персонала, осуществляющего массовое обследование следует распределить на основе знания состава исследуемых лиц, по топографическим точкам зрения. Реальным считается проведение 600—800 снимков в один рабочий день. До проведения массового обследования рекомендуется ориентировать исследуемую группу населения. Заводские врачи, красный крест и профсоюз могут оказать помощь при организации массовых обследований. Картоны массового обследования должны содержать кроме личных данных исследуемых лиц также анамнез работы. Лучшей пропагандой является, если оценка пленок проводится по возможности скорее. По нашей системе отрываемый талон картона с нанесенным результатом обследования отправляется заводскому врачу в течение 8—14 дней.

Флюорограммы хранятся вместе с картонами в собирательных сумках, что способствует скорости в обращении материалом. Системой собирательных сумок получается возможность для обозрения материала снимков отдельных лиц, что при оценке новых снимков может оказать большую помощь в раннем распознавании силикоза, как и для определения динамики отдельных случаев. В нашем архиве хранятся до сих пор в свыше 200 собирательных ящиках больше чем 1/4 миллиона снимков. Учет этих снимков организован таким образом, что в течение нескольких секунд можно получить собранный в течение ряда лет материал картин лиц, находящихся под нашим контролем.





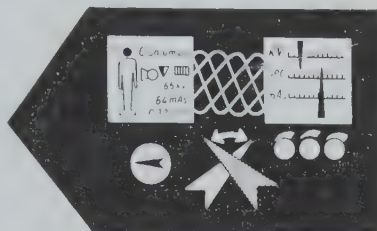
Заводской аппарат «МЕДИКОР» в г. Бутово

## Значительные венгерские изобретения в службе радиологии

(Патенты этих оригинальных венгерских конструкций или заявлены или уже выданы)

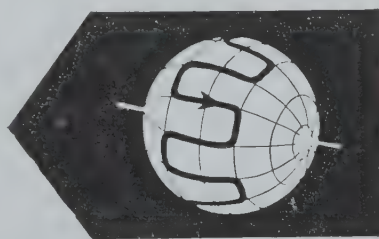
### Система двойной автоматике

для радиологии на трехфазных рентгеновских аппаратах. Альтернативное употребление «свободной» или «зафиксированной» (автоматика рапид) автоматической системы регулирования. Аппарат с высокой мощностью можно экономично эксплуатировать и для рутинных задач (см. аппарат «Контрастор-150»)



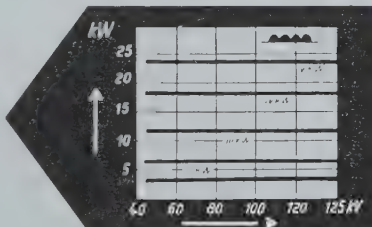
### Сферо-меандерная орбита

дает новые возможности для терапии с подвижными лучами. Преимущества известной «иррадиации с решеткой» найдутся и при терапии с подвижными лучами, упомянутая система дает даже и другие преимущества (см. иррадиационное приспособление «Сферотерикс»)



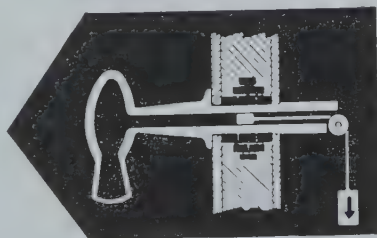
### Система киловаттной автоматике

Современная система автоматической регулировки радиологии. Определены степени мощности сетевой нагрузки; более хорошая компенсация падения напряжения; степени нагрузки рентгеновской трубки определены в киловаттах, этим обеспечивается защита трубки (см. аппарат типа «Диагномакс-125»)



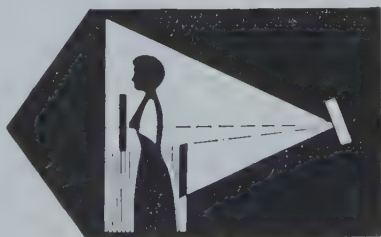
### Иррадиационное приспособление «Co<sub>60</sub>»

с изотопным контейнером, встроенным в стену. Этот принцип одновременно дает полную защиту от лучей и простейшую конструкцию, с более умеренной стоимостью (см. иррадиационное приспособление кобальт-пушки типа «Co<sub>60</sub>»)



### Автоматическая защита гонадов для теле-радиографии

Первое практическое решение профилактики от лучей при диагностике легких, без дополнительной работы ассистента (см. штатив типа «Генопрот»)



# Гонадная защита при исследовании грудной клетки

З. ХРАБОВСКИ и Л. ХУСАР

Как утверждают *Ширрен, Биллион* (Schirren, Billion) и др. 80, 90 или даже 99% постоянно возрастающей полной лучевой нагрузки, приходящейся в современных условиях на одного человека, все еще причиняет рентгенодиагностика. Этот факт требует повышенной бдительности при каждом рентгеноисследовании. Это подтверждается информацией Международной комиссии по радиологической защите (ICRP) за 1959 год, сообщающей, что медицинская гонадная нагрузка, приходящаяся на 1-го человека за 30 лет составляет 2,0 rem, тогда как нагрузка от атомной техники (доза радиоактивного облучения) всего 0,03-0,150 rem. Имеется обширная литература, занимающаяся вопросами лучевой нагрузки при рентгенодиагностике. Насколько глубоко занимает этот вопрос специалистов, видно из того, что крупнейшие международные авторитеты, президенты научных обществ, как: *Кейз, Скотт, Стоун, Шерман, Лафлин, Холтхюзен, Сиверт, Ламертон, Раевский* (Case, Scott, Stone, Sherman, Laughlin, Holthusen, Sievert, Lamerton, Rajewsky) выбирают темой своих праздничных докладов вопрос генетической опасности применяемых медициной ионизирующих излучений точно также, как в 1904 году президент «British Institute of Radiology» *Тарстэн Холленд* (Thursten Holland), выступивший с докладом о соматических вредностях.

Это поразительное открытие всемирно положило начало измерению индивидуальной гонадной нагрузки больных в процессе диагностики и подсчету генетической на-

грузки населения. Данные различных авторов относительно индивидуальных гонадных доз государства и гонадной нагрузки населения за 30 лет, значительно расходятся. В то время как в некоторых странах, в первую очередь в Швеции *Сиверт* (Sievert) 4,5 rem (30 лет) в США *Лафлин* (Laughlin) и сотрудники, *Уйттен* (Witten) и сотрудники 3—3,9 rem (30 лет) определили довольно высокую гонадную нагрузку населения, в Баварии *Зелентаг* (Seelentag) определил лучевую нагрузку всего лишь в 0,42 rem (30 лет. Измерения *Холтхюзена* (Holthusen) в Гамбурге 0,8 rem (30 лет) и British Medical Council в Англии 0,66 rem (30 лет) занимают промежуточное положение.

Так как дозы, установленные отдельными авторами значительно расходятся, нельзя на практике полностью доверяться данным полученным в другой среде. Дело в том, что данные измерений отчасти зависят от факторов, влияющих на качество радиации («intrinsic safety factors») скрытых как в отдельных исследовательских установках, так и в диагностических рентгеноустановках в целом. Эти факторы, в свою очередь, не зависят от методики исследования.

В основном же данные измерений решающим образом зависят от индивидуальной методики исследования, применяемой врачом.

То, что на результаты измерений оказывает влияние техника и методика измерений, является естественным.

Следовательно, желая обеспечить за-



щиту своим больным и своему населению, необходимо знать, во-первых гонадную нагрузку, оказываемую нашей установкой и методикой исследования на больного, а во-вторых частоту отдельных типов исследования. Только на этой основе можно оценить нагрузку рентгениягностики, приходящуюся на население.

С этой целью один из нас (*Храбовски*) с 1957 г. систематически замерял — впервые в стране — гонадную нагрузку больных в процессе диагностики. В дальнейшем Храбовски со своим сотрудником (*Никлем*) проводил измерения при различных параметрах с помощью малых конденсаторных — ионизационных камер (*Kon-diometr* P. T. W. Freiburg) на сконструированном ими человекоподобном, неомогенном фантоме.

О результатах измерений, проведенных в процессе всей диагностической деятельности, Храбовски и Никл неоднократно докладывали (*Храбовски* в 1958, 1959, 1960, 1961 гг.; Храбовски и Никл в 1959 г.; Никл в 1960 г.).

Конденсаторно-ионизационными камерами относительно просто достичь эффекта точечного облучения, так как рассеяние, вызванное кабелем здесь устраняется. Зависимость учрежденных в области терапии камер от длины волны, может легко корректироваться соответствующими факторами. Прочие препятствующие моменты, как например зависимость камер от направления луча, или же тот факт, что качество рассеянного облучения, влияющего на гонады меняется в зависимости от размеров покрывной ткани, могут быть практически исключены путем продуманной техники измерения.

При исследовании лучевой нагрузки в процессе диагностики, естественно, недопустимо замерять меньше действительной гонадной дозы. Вышеупомянутые факторы обеспечивают получение результатов измерений на несколько процентов превышающих действительную дозу.

Измерения проводились на больных с целью определения действительно перенесенной нагрузки.

Камеры были установлены в направлении стрелки со стороны заднего свода влагалища, обращенной к источнику излучения и фиксированы тампонадой. Такое расположение наиболее целесообразно, так как по данным, полученным путем установления камер вряд во влагалище, доза под влиянием абсорбции и расстояния значительно нарастает от свода по направлению к наружному отверстию.

У мужчин камеры укреплялись по обеим сторонам яичка. Наши исследования включили в себя, как методику просвечивания, так и методику съемки. Измерения были проведены конвенциональной техникой, а также техникой жесткого излучения.

Несмотря на то, что исследования гонадной области составляют 75% нагрузки, возникающей в процессе диагностики (*Брун*, Международная организация труда, Женева 1957) (*Brown, World Health Organisation, Geneva 1957* —), мы не можем выпускать из поля зрения и мелкие индивидуальные нагрузки, возникающие при рентгеновских исследованиях участков, отдаленных от гонадной области. Надо сказать, что эти нагрузки и прежде всего исследования грудной клетки, в виду их распространенности, в значительной степени повышают вероятность гомозиготных комбинаций генов подвергнутых рецессивной мутации. Таким образом их генетический риск является ощутимым. В нашем докладе мы хотим обратить внимание именно на это.

Наибольшую нагрузку оказывают просвечивания, так как их физические параметры неблагоприятны. Большая продолжительность сильно повышает величину mAs, короткое расстояние (35 см) фокус — предмет оказывает влияние в квадратной зависимости. Вследствие этого гонадная нагрузка возрастает.

Гонадные дозы, полученные при просвечивании грудной клетки иностранными исследованиями, имеют большой диапазон рассеяния из-за различия в методах исследований, в особенности диафрагмирования, и в физических параметрах, главным образом напряжения и фильтров. По нашим



измерениям, в течение минутного просвечивания грудной клетки, мужчины получают в среднем 1,8 mrem, а женщины 0,6 mrem. В случае просвечивания детей, условия тем более ухудшаются из-за мелких размеров тела. В соответствии с возрастом и ростом детей, гоная доза меняется на 2 единицы. По данным наших измерений, половые железы у мальчиков в течение одного просвечивания грудной клетки получили: при возрасте в 1 года 20 mrem, от 1—6 лет 0,8 mrem и от 6—14 лет 0,6 mrem. Гоная нагрузка грудных детей таким образом в 25 раз повышает нагрузку следующей возрастной группы, и в 40 раз превышает нагрузку 6—14 летних детей! Частота просвечивания грудной клетки в следствие полного социального страхования, у нас довольно высокая. Вместе с тем она оказывает решающее влияние на гоную нагрузку у населения Западной Европы, а также США, где по данным *Дональдсона* (Donaldson), из 175 миллионного населения страны, рентгеновское исследование ежегодно проходят 25 миллионов человек, причем 55% исследований проводится не рентгенологами. Преобладающую часть этих исследований составляют просвечивания.

По всему цивилизованному миру шли и сейчас идут споры по поводу опасности для генетики рентгеновского просвечивания легких (mass chest examination). В случае однократного снятия рентгеновского снимка за один год, по данным исследования ряда авторов (*Джонс и Вильсон, Ходжис, Лишнер, Мор, Лорэнц, Лоссен, Шраг, Зелентаг, Вегелиус, Ношис* и др.) (Johns—Wilson, Hodges, Liebschner, Mohr, Lorenz, Lossen, Schrag, Seelentag, Vegelius—Noschis) гоная нагрузка колеблется от 0,1 до 1,0 mrem. Длительность нагрузки естественно зависит от световой силы экрано-оптической системы и поэтому, при использовании зеркальных камер, гоная доза меньше (по *Джонсу и Вильсону*) Johns—Wilson (1/4-ая — 1/5-ая), несмотря на то, что световая сила цайсовской линзовой оптики также значительно повысилась. У Оделки 7×7 см-ов (1 : 0,75) 120 kV, 8 mAs с 2 mm

AL индикаторной глубинной диафрагмой в среднем мы измеряли 0,40 mrem. Граница дозы у Оделки (Odelca) (10×10 см-ов) большей световой силы (1 : 0,63) была равна 0,25 mrem. Поразительно маленькое среднее число, (0,55 mrem), высчитанное *Езером, Мэлом и Шефером*, (Oeser, Mehl, Schaefer) находится ниже уровня своих собственных показателей, полученных при производстве грудных снимков «full size».

Если мы сравним дозы со степенями просвечивания, то станет ясно, что нагрузка в 1,8 mrem однократного просвечивания в 4 с половиной раз больше гоной дозы одного флюорографического снимка (0,4 mrem). У маленького ребенка нагрузка просвечивания (20 mrem), то есть в 50 раз больше!

Нет сомнений после этого, что частоту просвечиваний следует снизить в пользу рентгеновских снимков. Наиболее целесообразным кажется применение флюорографического метода, ввиду его экономичности. Он отлично проходит для массовых диспансерных исследований, но в клинической диагностике не может полностью заменить снимки «full size». *Глоккер* (Glocker) допускает провести диспансерное обследование работников, занятых в области рентгенорадиологии, только при помощи крупных снимков, ввиду меньшей гоной нагрузки последних.

Отсюда следует, что частота снимков грудной клетки «full size» должна увеличиваться, поэтому необходимо обеспечить и здесь гоную защиту больных.

Для получения реальной картины об уровне легочной нагрузки легочных телеснимков, мы сопоставили результаты измерений зарубежных авторов со своими данными (см. таблицу № 1). Показатели различных авторов резко расходятся; они колеблются в пределах 0,01—3,0 mrem. Наряду с факторами методики измерения, причину расхождения следует искать в примененных физических условиях и в гоном расстоянии, индивидуально различным. При безукоризненном выполнении, из факторов методики измерения, существенное влияние на показатели может

Таблица I

Грудные снимки	Stenford Vance	Martin	Osborn Smith	Гонадные дозы в mpr							
				Laughlin Pullman	Ardran Crooks*	Koren Maudal	Holt Hodges	Seelentag и сотрудники	Храбовски		
									Циркулярный тубус	Глубинная диафрагма	Прикрытый
Мужчин	0,36	0,30	0,36	1,00	0,01	1,0	0,36	0,06	0,70	0,10	0,05
РА											
Женщин	0,07	2,00	0,07	3,00	0,02	1,00	0,07	0,11	0,75	0,20	0,08
Мужчин	0,36	—	—	—	—	1,0	—	0,042	0,20	0,06	0,02
Боковые											
Женщин	0,07	—	—	—	—	1,50	—	0,059	0,30	0,08	0,04

оказать хотя бы сам объект: больной, труп, или же фантом. Даже качество последнего (гомогенное, негетогенное) имеет больше значение. Абсорбция и рассеивание вмонтированного в фантом скелета вызывает значительные изменения показателей, полученных у негетогенного фантома, приближая их к человеческому телу. Однако, достижение биологической многогранности живого организма, недоступно и этому фантому. В тоже время, негетогенные фантомы весьма пригодны для изучения закономерных связей и влияния отдельных физических факторов путем серийных измерений. Ведь, следует учесть, что живой человек не может быть подвергнут подобной нагрузке.

Из физических факторов наибольшее значение имеет величина поля охвата, т.к. с одной стороны она резко увеличивает объемную дозу и, следовательно, и рассеивание и, с другой стороны, от нее зависит возможность попадания гонадов в сферу действия прямых лучей. Съёмочно-установочная техника, стало быть, оказывает решающее влияние на гонадную дозу. При определениях, произведенных циркулярным тубусом, нами получены цифры, немного превышающие показатели *Зелентага* (Seelentag). Глубинной диафрагмой и узкой щелью нам удалось приблизиться к

показателям *Зелентага*, а при прикрытии участков, удержать гонадные дозы на еще более низком уровне.

Лучевая нагрузка яичка в крупном поле всегда выше нагрузки яичников, т.к. яичко в таких случаях попадает непосредственно под действие прямых лучей. При применении более узкой диафрагмы, доза яичников может оказаться выше, так как яички в данном случае не попадают под действие прямых лучей. Такое соотношение нагрузки яичка и яичника при легочных телеснимках указывает на то, что съёмочная техника и диафрагмирование были неправильными. На гонадную дозу влияние оказывает также направление снимка. Так, например, показатели при производстве грудного снимка у мальчиков 5-ти лет, были следующие:

АР без диафрагмирования — 117 mrem  
РА без диафрагмирования — 9 "  
РА с диафрагмированием — 1 "

Таким образом, соотношение без диафрагмирования является 13-кратным, а с диафрагмированием больше 120-кратного.

На основании изодозных кривых, полученных *Ценом* и *Фриком* (Cen, Frik), а позднее *Зелентагом* и *Клотцом* (Seelentag, Klotz) на фантомах, а также *Бюли*, *Лоусом*

\* Яичко прикрыто



Рис. 1. «Генопрот» штатив со стороны ассистента

и Меддлтоном (Bewley, Laws, Myddleton) на фантоме беременной женщины и, наконец, из рентгено-клинических наблюдений множества авторов, нам известно, что при снимках таза и низ-живота, т. е. гонадной области, с увеличением напряжения отмечается снижение гонадной дозы. По нашим данным гонадная доза при жесткой съемочной технике на 60—70% ниже обычной. При съемках участков, отдаленных от гонадной области, например при грудных снимках, большее рассеивание, отмечаемое при значительных напряжениях, может компенсировать влияние меньшей объем-

ной дозы, в результате чего может наступать нарастание гонадной дозы. Последнее, по оценке Цена и Фрика (Cen, Frik), может достичь не больше 10%, а по данным Езера (Oeser) и сотрудников даже 30%. Нарастание рассеивания, в свою очередь, компенсируется тем, что чувствительность рентгеновской пленки растет параллельно жесткости (Хондиус, Болдинг) (Hondius, Boldingh). Данное нарастание, по данным отдельных авторов (Виденманн, Бухгейм, Мэттсон) (Widenmann, Buchheim, Mattson), колеблется в пределах 20—60%, что, по их мнению, с избытком компенсирует



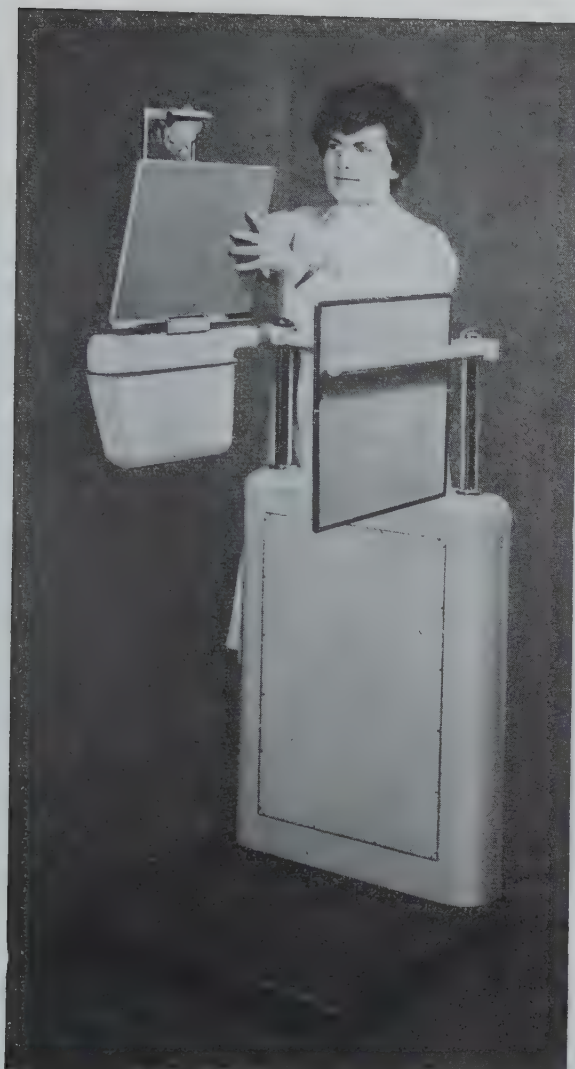


Рис. 2. Кассета легко и быстро вмещается в держатель

10%. При увеличении напряжения, т. е. при применении жесткой техники, весьма существенным является соответствующее усиление фильтрации.

При грудных снимках применение жесткой техники, с точки зрения гонадной защиты, невозможно в той мере, как это практикуется при съемках на участках, близких

к гонадной области. По этой причине мы также вынуждены искать другие пути для обеспечения гонадной защиты.

Необходимо упомянуть и о нагрузке детей при легочных телеснимках. Пропорции тела детей менее благоприятные с точки зрения гонадной защиты. Исследуемая область расположена ближе к гонадам,





Рис. 3. Кассета устанавливается к пациенту и тогда граница лучевой тени проектируется на нижний край пленки

нежели у взрослых. С другой стороны, преимущество жесткой техники здесь выражено больше.

Показатели детских снимков, имеющиеся в научной литературе, получены, как правило, на фантомах, хотя Зелентагом (Seelentag) и его сотрудниками, а также Хартунгом (Hartung) были произведены

измерения и у детей. По данным Зелентага, Нумбергера, Кнорра и Кольберга (Seelentag, Nummerger, Knorr, Kolberg) гонадная доза у мальчиков первой возрастной группы — в среднем 0,34 mrem — при грудных снимках AP, сделанных глубинной диафрагмой, а у девочек в прямой кишке—0,28 mrem. Нами у мальчика 1-го года при сним-

ке АР установлено 16 мгем, а при боковом снимке 38 мгем без глубинной диафрагмы и прикрытия. При узкой диафрагме и прикрытии наши показатели были ниже 1 мгем.

Сопоставление этих цифровых данных позволяет сделать тот вывод, что, применяя

ки своих больных на возможно низком уровне. Если нет стремления к правильной технике исследования, население может подвергаться легко нагрузке двойной дозы, считающейся опасной и едва-ли выносимой для последующих поколений как с точки

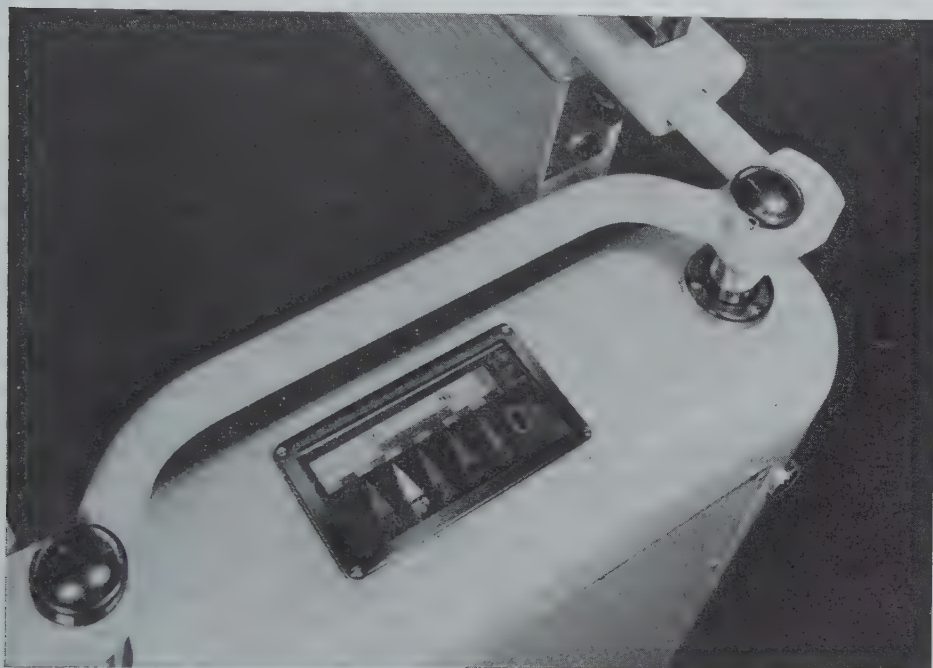


Рис. 4. Устанавливаемая высота фокуса трубки может быть отсчитана в мгновение ока

циркулярный тубус, гонады детей несомненно попадают под действие прямых лучей при грудных снимках. Поэтому, за неимением лучшего способа, применение глубинной диафрагмы, а также прикрытия живота и области таза, являются обязательным требованием.

В связи с нарастающей технической лучевой нагрузкой человечества, непрерывно нарастает также ответственность врача, который в своей деятельности не может не учитывать вопросы генетического прогноза. Врач обязан рассмотреть трезво свои назначения, а рентгенолог принять все меры для поддержания лучевой нагруз-

жения евгеники, так и с точки зрения социальной.

На основании сказанного можно подчеркнуть, что даже относительно небольшая гонадная доза грудных телеснимков в значительной степени увеличивает генетическую нагрузку населения, так как она способствует встрече многочисленных, поврежденных генов. Ввиду известности этого факта, были различные попытки с целью снижения гонадной нагрузки, связанной с исследованиями грудной клетки. Свинцовая пластина на Т-образной подставке, лучезащитная стенка Уатсона (Watson), «Lower Back Shield». (Rothband and Co.), свин-

цово-резиновые панталоны или юбка *Стильве* (Stilve), колпак для защиты яйца, фартук, предложенный *Кеттген*ом, *Хартунгом* (Köttgen, Hartung) и рядом других авторов — все это попытки найти разрешение вопроса. Однако, их применение требует особого внимания и труда для обеспечения защиты. Поэтому мы стремились к разрешению автоматической гонадной защиты, осуществление которой удалось при помощи кассеты — штатива грудных снимков, снабженного лучевой защитой и названного «Генопрот»-ом. Со специальной подставкой для фиксации трубок, предназначенной для других целей Генопротом можно также пользоваться, причем без установления механической связи с подставкой.

Понятие разрешенной впервые «автоматической гонадной защиты» заключается в следующем: когда кассета фильма на соответствующем уровне высоты установлена и горизонтальный основной луч рентгеновской трубки направлен к середине кассеты, лучепринимающая пластина прикрывает без особой установки, автоматически все участки тела, расположенные ниже полезной нижней границы изображаемого легочного поля, где уже нет отделов, интересующих нас с диагностической точки зрения. Акцент при этом способе на том, что пучок лучей не приходится ограничивать отдельно. Напряженный рабочий ритм рентгеновского отделения едва ли позволяет нести такую добавочную нагрузку; качество гонадной защиты не может пострадать от снижения внимания, вызванного утомлением работника рентгеноотделения. Теоретически и до сих пор была такая возможность, чтобы ассистент, следя за лучевым полем на коже больного, при помощи проекционной, глубинной диафрагмы регулировал пучок лучей с тем, чтобы он приходился на полезную нижнюю границу грудной клетки. Вместо глубинной диафрагмы, ограничение лучевого поля можно осуществлять, также с помощью лучезащитной стенки устанавливаемой по высоте, вблизи больного или фартука. Однако в практической деятельности оба

метода негодны, так как связаны с добавочной работой у каждого больного.

Генопрот сконструирован следующим образом: При установке по высоте, ложе, содержащее кассету фильма, влечет за собой лучезащитный экран, эквивалентный 2-миллиметровой свинцовой пластине, продвигающийся по стороне рентгеновской трубки вблизи больного (см. рисунок № 7). Независимо от размера кассеты, верхняя теневая граница пластины проицируется всегда точно на нижний край фильма, когда горизонтальный основной луч рентгеновской трубки направлен на середину фильма. Такое одновременное «двойное центрирование», объясняется конструкцией Генопрота, разработанной на основе принципов тригонометрии. А это означает, что прямой луч не может попасть на нижний край фильма. Из данной важной конструктивной особенности логически вытекает новая установочная методика кассеты: если раньше на высоте подбородка больного устанавливался верхний край кассеты, то сейчас, на уровне полезной нижней грани изображаемого легочного поля, устанавливается нижний край фильма, под которым уже нет отделов, представляющих диагностический интерес. С точки зрения лучевой профилактики, это единственная правильная методика для установки кассеты, так как она концентрирует внимание на границу, являющуюся критической, как с точки зрения гонадной защиты, так и для изображения картины, непременно нужной нам для постановки диагноза. Теперь нечего бояться того, что верхушки могут не выходить на снимках, как это бывало при прежней методике установки кассеты. Ведь, при новом способе, лишние абдоминальные разделы исключаются, так что по существу фильм продвинут в верхнем направлении по отношению к больному. Это, в свою очередь, обеспечивает обязательное изображение отдела верхушек на фильме.

Для быстрой и правильной установки по новому методу, на ложе кассеты Генопрота красная светящаяся, горизонтальная лучевая полоса (индекс фильма) ясно ука-



зывает расположение нижнего края фильма. При помощи последнего, установка равномерно продвигающейся кассеты становится весьма простой задачей. Кроме того, точность установки облегчается автоматической фиксацией фиксирующего рычага, автоматически препятствующего смещению уже установленной кассеты.

Другой характерной особенностью Генопрота является наличие шкалы фокусировки. Дело в том, что фокус, расположенный на отдельном штативе рентгеновской трубки, необходимо установить на уровне центральной части уже установленной по отношению к больному кассеты фильма, чтобы горизонтальный, основной луч трубки попадал как раз на середину кассеты. Эту задачу центрирования нужно выполнить при каждой съемке. Она ускорена и упрощена шкалой фокусировки, по которой можно определить даже на первый взгляд нижний уровень, необходимый для фокуса трубки при помощи вмонтированной, подвижной, сантиметровой шкалы и освещенного в этот момент лучевого индекса (индекс фокуса) (см. рис. № 2).

Конструктивное исполнение Генопрота одновременно разрешает также проблемы центрирования, возникающие в связи с изменением размеров фильма. В тех случаях, когда необходимо менять размер кассеты поворотом «переключателя кассет», расположенного на держателе, обеспечивающем смещение кассеты, вносится соответствующая поправка и условия автоматического двойного центрирования обеспечены (см. рис. № 3).

Генопрот, несомненно, означает большой сдвиг в области лучевой профилактики при легочных снимках, сделанных на рас-

стоянии. До сих пор, при применении циркулярного тубуса, ввиду большого расстояния между фокусом и фильмом, гонады часто попадали в слишком широкий, первичный пучок лучей. Теперь же Генопрот с полной уверенностью освобождает гонадную область от первичной радиации и, кроме того, благодаря своей особой установочной системе, обеспечивает в каждом случае возможно максимальную отдаленность пучка лучей от гонадов. Рассеивание радиации уменьшается еще тем, что на Генопроте имеется лучепоглощающая пластина, в результате чего теневая граница представляется максимально четкой, зоны полутени нет. (См. рис. № 4).

Подводя итог сказанного, можно заключить, что введение Генопрота в практику рентгенодиагностики, имеет крупное значение с точки зрения лучевой профилактики. Генопрот вправе занять место прежних, простых телерентгенографических штативов кассеты. Таким образом, каждое рентгеновское отделение имеет возможность, при производстве телеснимков, обеспечить надежную гонадную защиту грудной клетки без особого контроля ассистента и безо всякого снижения обычного ритма работы.

Относительно скромная стоимость Генопрота представляет материальные возможности для уверенной ликвидации генетического лучевого поражения в этой важной области диагностики.

Когда удастся обеспечить гонадную защиту и при выполнении других диагностических мероприятий, тогда не будет основания для опасения что «потомство упрекнет нас в легкомыслии» (Мюллер) (Müller).



## Попеременное применение двух разных автоматических систем у трехфазных диагностических рентгеноаппаратов

Э. ШАРМАИ

Направления развития современной рентгентехники требуют максимальной мощности как от рентгеновской трубки так и от рентгеновского аппарата. Так, например, контрастное исследование сердечной и кровеносной систем требует сокращения до возможно минимального времени экспозиции, для чего, однако, требуются весьма большие величины нагрузки на трубки в ма. Как известно, условием этого является по возможности полное выпрямление переменного напряжения (выпрямление трех фаз с помощью 6 вентилей). Однако, с другой стороны успешное выполнение определенных задач, как например, дистанционная съемка всего позвоночника требовало повышения напряжения трубки в начале до величины 125, а затем до 150 кв. Косвенно это требование основывается также на выпрямлении, так как пульсирующий постоянный ток обычного четырехвентильного аппарата нагружает рентгеновскую трубку *пиковым напряжением* в то время как мощность рентгеновской трубки, образуемая рентгеноснимком, пропорциональна *эффективному* напряжению (являющемуся лишь долей пикового напряжения). Только выпрямлением трех фаз достигается то, что между пиковым и эффективным значениями полученного постоянного напряжения нет заметной разности. Как и приведенные примеры, так и прочие, здесь не упомянутые диагностические мероприятия способствовали расширению области применения трехфазных аппаратов. В результате тех же самых методов стали разносторонними и устройства для

исследования. В то время, как прежние так называемые мощные аппараты предназначались для обслуживания лишь двух установок исследования (просвечивающего штатива и стола Букки), ныне простой просвечивающий штатив заменен установками сложной конструкции, с механическим откидыванием в различных направлениях, предназначенными для исследования желудочно-кишечного тракта, а наряду со столом Букки появились устройства для производства послойных снимков, поперечные томографы, сериографы с зеркально-оптическим флюорографическим устройством (из которых при определенных исследованиях одновременно действуют две установки, устройства для исследования с системой усиления изображения и т. д.). Таким образом современный мощный аппарат пригоден для обслуживания четырех и даже более рабочих мест, т. е. для обслуживания установки для исследования и рентгеновской трубки.

На основании этого разнообразия требований становится ясным, что система управления — т. е. пульт управления — трехфазных аппаратов намного сложнее, чем у прежних аппаратов. Таким образом, наряду с тем, что эти современные аппараты позволили разрешить казавшиеся до сих пор неразрешимыми задачи, они оказались чрезмерно сложными и затрудняющими быстрое выполнение ходовых исследований, так как в данных случаях приходилось проверять и настраивать гораздо больше регулировочных ручек приборов и позиций включения, чем у четырехвентильных ап-

паратов. В результате этого зачастую большинство ходовых исследований вместо трехфазного аппарата производилось вновь на аппаратах меньшей мощности. Ввиду того, что основную часть повседневной ра-

Таким образом обоснованным является стремление к тому, чтобы при сохранении универсального характера аппарата, найти такое упрощенное управление для производства снимка, которое было бы пригод-



Рис. 1

боты почти везде составляют типовые исследования относительно дорогостоящий трехфазный аппарат не оказывается универсальным, хотя и пригоден для выполнения всех исследований. Если несмотря на многообразие функций, аппарат остается недоиспользованным и не оправдает себя в эксплуатации, то он действительно не экономичен.

ным для разрешения автоматического выполнения ходовых и шаблонных снимков. Двойная автоматическая система («свободная» и автоматика «рапид»), внедренная в венгерской промышленности рентгеноаппаратостроения основана на комплексе вышеприведенных требований.

При выполнении многих специальных исследований становится абсолютно необ-



Рис. 2

ходимым, обеспечение возможности свободного подбора факторов для производства снимков (кВ, ма, сек) в пределах, обусловленных допустимой нагрузкой рентгеновской трубки (смотри рис. 1). Эти три величины могут быть отрегулированы независимо друг от друга, причем защитное устройство аппарата обеспечит, чтобы допусти-

мый предел нагрузки рентгеновской трубки при любой комбинации регулируемых величин не был превзойден даже в том случае, если на разных рабочих местах применяются типы фокуса трубки разной нагрузки (2, 3, 50 кВт). Удобство данной автоматической защиты трубки от перегрузки при производстве снимков повышается указа-

телем нагрузки, который при любом изменении величин кв, ма, сек и фокуса трубки заранее показывает процентное соотношение данной нагрузки при заданном фокусе трубки к допустимой. В случае перегрузки естественно заранее т. е. перед включением высокого напряжения указатель нагрузки дает сигнал «стоп».

Аппарат, управляемый такой «свободной» автоматикой, удовлетворяет всем тре-

ментального исследования всех типов съемки обычно применяемых в большинстве случаев повседневной работы, а также после определения относящихся к ним оптимальных факторов съемки, рассмотреть, возможно ли на основании этих данных составить автоматическую программную регулировку аппарата с таким расчетом, чтобы настройкой единственного регулятора можно было автоматически отрегули-

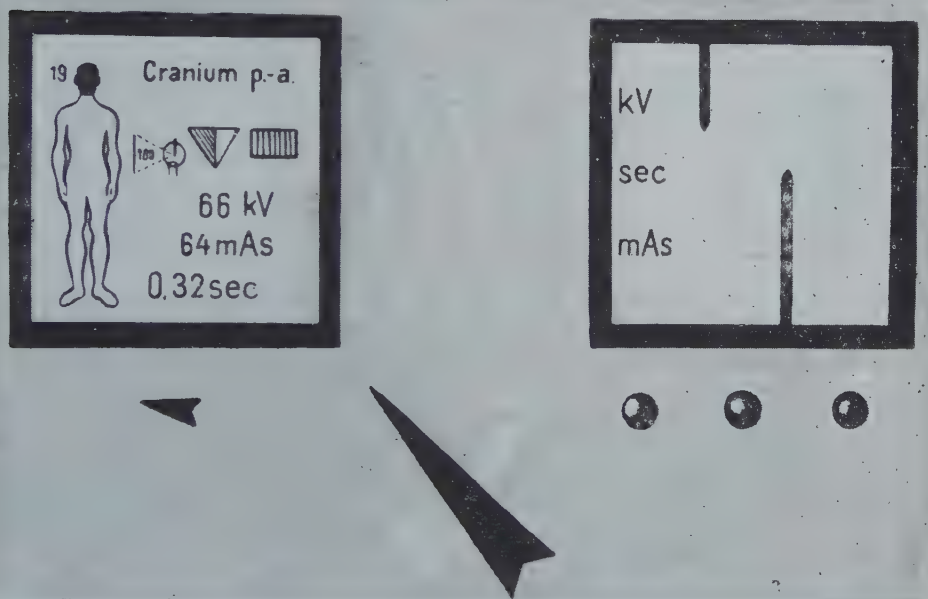


Рис. 3

бованиям специальных исследований, однако, при производстве обычных съемок становятся затруднительным, так как необходима внимательная проверка положения ряда регулировочных ручек, чтобы убедиться в правильности регулировки (переключатель рабочих мест, переключатель фокуса, регулятор тока трубки в ма, регулятор напряжения, реле времени, киловольтметр, миллиамперметр, указатель нагрузки и т. д.). В результате этого справедливым является требование после экспери-

ровать все вышеперечисленные величины. С технической точки зрения эта задача может быть выполнена, например, с помощью настройки переключателя «выбора участка тела» на соответствующую ступень. При этом автоматически включаются величины, необходимые для съемки данного участка тела, включая выбор рабочего места, диафрагму Букки и т. д. Одновременно с настройкой переключателя целесообразно отобразить на пульте управления наглядную схему, отражающую отчасти исследуемый



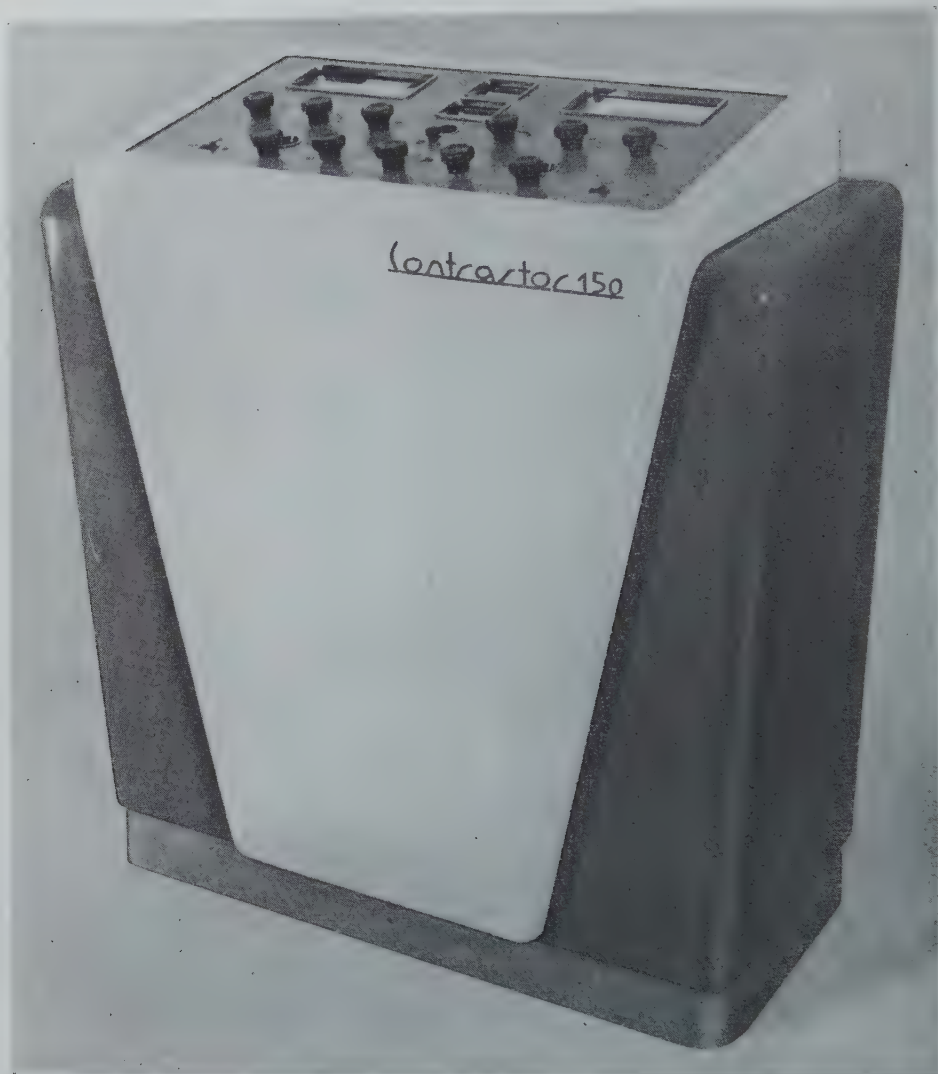


Рис. 4

участок тела, а кроме того те факторы съемки, воспроизведение которых не зависит от аппарата, а может быть обеспечено лишь обслуживающим персоналом (расстояние между фокусом и пленкой, качество усиливающего экрана, диафрагма Букки, тонкий растр и т.д.). Кроме этого естественно следует указать среднюю толщину

тела, в расчете на которую производилась программная регулировка (см. рис. 3).

Автоматическая система «рапид» не являлась бы совершенной без возможности согласования типовых факторов съемки, относящихся к средней толщине тела с факторами, соответствующими толщине те-

ла больных различного телосложения, возраста и т. д. Разность в толщине тела может компенсироваться повышением, а также снижением величин кв, особенно в том случае, если обеспечены широкие диапазоны регулирования величины кв (от 35 до 150 кв). Таким образом, наряду с переключателем, служащим для выбора участка тела, необходимо иметь дополнительный регулятор (смотри рис. 2), служащий для повышения или понижения величины кв, устанавливающейся в автоматической системе «рапид». Этим достигается оптимальное упрощение сложного управления трехфазного аппарата в области производства простейших снимков. Настройкой всего двух ручек аппарат не только полностью готов к съемке, но и настроен с учетом разности телосложения больных. Тем самым наименование «рапид» полностью характеризует данную систему.

Возникает вопрос, не получается ли слишком большого разнообразия снимков, программное управление которых должно быть внесено в аппарат. Это значительно затрудняет быстрый выбор. Статистические данные подтверждают, что 95% материала типовых снимков рентгеновских лабораторий относится к 9—10 видам снимков. Оставшиеся 5% относятся к 3—4 видам снимков редко встречающимся, но еще считающимся типовыми. В результате этого для переключателя «выбора участка тела» достаточно отвести 13 полюсных позиций. Таким образом 13 диапозитивов соответствующих размеров могут быть размещены на вращающемся барабане, вмонтированном в пульт управления.

Рентгеновский аппарат поставляется заводом с автоматикой «рапид» настроенной по заданной программе, т. е. по среднему ассортименту, который составлен на основании приобретенного на практике опыта. (Типовой перечень участков тела следующих: *cranium p. a. vert. regio cervicalis, arterio humero scapularis, articulatio cubiti, thorax, pulmo, vert. regio lumbalis, bulbus duodeni, ren, pelvis, collum, crus*). У двойной автоматике, однако, заводской подбор участков тела и соответствующих данных

нагрузки далеко не означает окончательного варианта, который не может быть изменен на месте рентгеновской лаборатории в любой последующий период и внесен в автоматику «рапид» в соответствии с возникающими требованиями.

Естественно, что отдельные рентгеновские кабинеты не всегда применяют те же самые 10—13 типовых снимков. В данной области имеются расхождения уже и между рентгеновскими кабинетами, работающими в отдельных больницах. Например, в больницах, где имеется ортопедическое или урологическое отделение, обслуживающее большое число больных, роль типовых снимков играют съемки иного характера, чем в тех больницах, где большинство больных обслуживается терапевтическим и общим хирургическим отделениями. Совсем иная картина с точки зрения структуры типовых снимков получается в рентгенологическом отделении специального учреждения. (Например, детская больница, институт хирургии сердца и кровеносных сосудов, институт хирургии мозга, гинекологическая клиника, ото-ларингологическая клиника и т. д.) Именно здесь проявляется преимущество двойной системы автоматике, так как институт сам может подобрать материал съемки, вносимый в программу автоматике «рапид» и в соответствии с местными условиями использовать наиболее подходящие факторы съемки, а в случае изменения профиля обслуживания больных больницы, или института (например, ликвидация специальных отделений или создание новых) заданная программа автоматической регулировки аппарата может быть изменена в соответствии с новыми требованиями.

Эта система намного менее жесткая, чем остальные основанные на аналогичном принципе, и в которых отрегулированные заранее на заводе и зафиксированные величины, на месте практически уже не могут быть изменены. Двойная система автоматике более гибкая, так как программная регулировка осуществима в рентгеновском отделении заказчика в любое время.

Программная регулировка автоматике

«рапид», на месте с привлечением опытного рентгентехника весьма проста. В случае отклонения от зафиксированных на заводе 13 различных снимков, диапозитивы, относящиеся к остальным видам снимков поставляются в виде дополнительных принадлежностей аппарата. Аппарат после установки первоначально работает в системе «свободной» автоматики. После выбора часто встречающихся и ввиду этого необходимых видов съемок и после установления соответствующих регулировочных величин, согласно инструкциям по монтажу следует заменить диапозитивы, установленные во вращающемся барабане переключателя «для выбора участков тела» системы автоматики «рапид», диапозитивами, входящими в комплект принадлежностей аппарата и соответствующими выбранным условиям съемки. Также следует разъединить на клеммной колодке автоматики «рапид» контакты включений, соответствующих прежним программным условиям и факторам съемки и подключить их соответственно заданным требованиям. Если не считать замены сопротивлений времени, сопротивлений, соответствующими новым выдержкам (последние входят в набор, прилагаемый к аппарату), то переход на новый режим работы, по существу заключается лишь в перепайке небольших отрезков проводов. Не требуется специальной регулировки в испытательном зале и нет необходимости в сложных методах контрольных измерений.

Диапазон напряжения в пределах от 35 кв до 150 кв, предназначенный для корригирования отклонений толщины тела не включен полностью в программную регулировку фиксированной автоматики «рапид», так как при корригировании в обоих направлениях следует иметь запас напряжения с таким расчетом, чтобы оно не превысило допустимой нагрузки рентгеновской трубки. Для этой цели требуется ок. 30% в нижнем и 20% в верхнем пределе измерения, в результате этого величины кв внесенные в программную регулировку колеблются в пределах 70—120 кв.

Киловольтный переключатель компен-

сирует отклонения толщины тела. После настройки переключателем «для выбора участка тела» в автоматической системе «рапид» величины кв, соответствующей *средней толщине* данного участка тела при заданных условиях, с помощью киловольтного корректора, *заранее установившееся* напряжение может быть повышено или понижено, в зависимости от необходимости, процентным делением со ступенями в 5%. Процентная сумма фиксируется служащим для этой цели *измерительным прибором*. Таким образом данная система весьма хорошо согласована с требованиями съемочной техники, так как общеизвестно, что процентное, а не линейное изменение времени экспозиции вызывает потемнение или посветление изображения. В целях корригирования отклонений толщины тела высокое напряжение, подключенное к трубке, также следует процентно повысить или понизить.

Данная фиксированная автоматика «рапид» значительно упрощает выполнение ходовых снимков при работе с трехфазными аппаратами. Однако, даже при ходовых снимках могут встречаться технические трудности, препятствующие работе с заранее настроенными факторами съемки. Как правило, например, в области неподвижных органов (череп, конечности, позвоночник, таз и т. д.) мы не стремимся достичь крайне короткого времени экспозиции. Однако, часто при исследовании плачущих или пугливых детей, бредящих или находящихся в бессознательном состоянии больных или же трясущихся стариков, с целью устранения нечеткости изображения при производстве снимка, время экспозиции должно подбираться по возможности минимальным. В данных случаях заранее настроенная автоматика «рапид» не применима. В то же время, именно в этом и заключается преимущество двойной системы автоматики, так как переводом *единственной ручки* осуществляется переключение на «свободную автоматику» и, зная величины кв, ма и сек, необходимые для съемки в пределах произведения ма на сек может быть подобрана любая необ-



ходимая низкая величина времени экспозиции. (Детальный расчет не входит в объем данной статьи и поэтому нами опущен).

При помощи вышеупомянутого переключателя системы автоматики осуществляется переключение на «свободную» автоматику и в случае применения специальных устройств для исследования (сернографа усилителя изображения и т. д.), а также в случае специальных исследований.

Обобщая вышесказанное, можно заключить, что система двойной автоматики трехфазных аппаратов имеет значительные преимущества, так как «свободная» автоматика позволяет экспериментально установить и свободно подобрать оптимальные факторы съемки, наиболее соответствующие данным условиям, а система «рапид» фиксирует экспериментальные данные для наиболее часто встречающихся снимков и переключением одного переключателя воспроизводит их одновременно включая соответствующий фокус трубки и устройства для

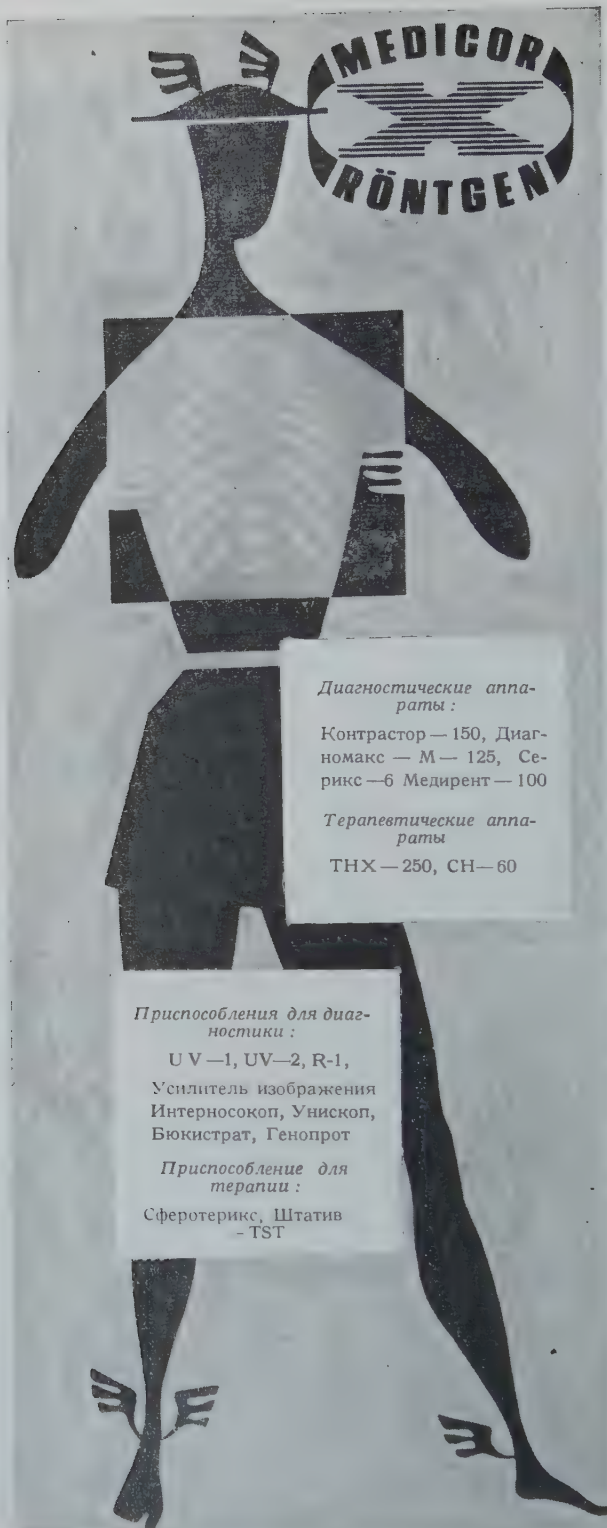
исследования. Второй переключатель позволяет просто и быстро корректировать отклонения индивидуальной толщины тела. Данная двойная система способствует тому, чтобы трехфазные рентгеновские аппараты сложного управления, требуемые современной техникой, и способные обслуживать 3—4 исследовательских установки, удовлетворяли не только требованиям специальных исследований, но и работали надежно, быстро при выполнении обычных повседневных исследований.

Заводом рентгеновских аппаратов «Медикор» система двойной автоматики осуществлена во внедренном им трехфазном аппарате «Контрастор-150».

Этот наиболее крупный по размерам диагностический аппарат, попеременным применением двойной системы автоматики (максимальное напряжение рентгеновской трубки 150 кв, максимальный ток рентгеновской трубки 1000 ма) может наиболее целесообразно использоваться во всех областях рентгентехники.

*Printed in Hungary*





*Диагностические аппараты :*

Контрастор — 150, Диаг-  
номакс — М — 125, Се-  
рикс — 6 Медирент — 100

*Терапевтические аппараты*

ТНХ — 250, СН — 60

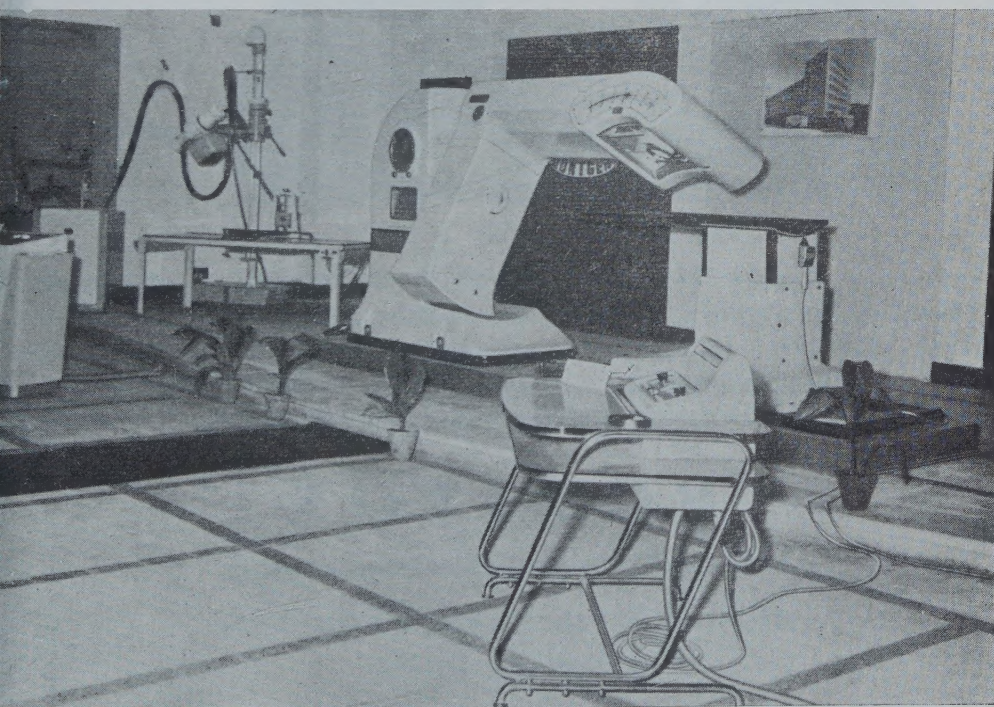
*Приспособления для диагно-  
стики :*

UV — 1, UV — 2, R-1,

Усилитель изображения  
Интерноскоп, Унископ,  
Бюкистрат, Генопрот

*Приспособление для  
терапии :*

Сферотерикс, Штатив  
— TST



Выставка завода «МЕДИКОР» в Каире в 1961 г.





*Telephone Apparatus · CB and LB Switchboards · Automatic Telephone Exchanges · Repeater Station Equipments · Microwave Multiplex Equipments · Shortwave and Medium-wave Broadcasting Transmitters · Mobile and Portable Transceiver · Transmission Measuring Instruments · High Frequency Generators*

## **BUDAVOX**

*Budapest Telecommunication Company*

**BUDAPEST VII., TANÁCS KÖRÚT 3/a**

**Telephone: 426-549**

**Letters: Budapest 62 P. O. B. 267 · Cables: Budavox Budapest · Telex: 672**

*A* Budapesti Műszaki Egyetem Periodica Polytechnica címen idegen nyelvű tudományos folyóiratot indított. A folyóirat három sorozatban — vegyészeti, villamossági, valamint gépész- és általános mérnöki sorozatban — jelenik meg, évente négyszer, sorozatonként egy-egy kötetben. Az egyes kötetek terjedelme 14—18 ív.

A Periodica Polytechnicában megjelenő tanulmányok szerzői az Egyetem tanárai és tudományos dolgozói. Főszerkesztő Dr. Csűrös Zoltán egyetemi tanár, akadémikus.

A folyóirat előfizetési ára sorozatonként és kötetenként 60,— Ft. Megrendelhető az Akadémiai Kiadónál (Budapest 62, Postafiók 440. NB. egyszámlaszám: 05-915-111-46), a külföld számára pedig a Kultúra Könyv és Hírlap Külkereskedelmi Vállalatnál (Bp. 62, Postafiók 149. NB. egyszámlaszám: 43-790-057-181), illetve a vállalat külföldi képviselőinél és bizományosainál.



## INDEX

Kozma, L.: Development Problems of Telephone Exchanges	197
GÉHER, K.—ENZSÖL, GY.: Nach dem Resonanzprinzip arbeitende Ferritisolatoren in Mikrowellen-Richtfunkverbindungen	215
BÁRÁNY, N.: Deflection Disk as a Vision-Influencing Phenomenon	229
САМУЕЛИ, Л.: Очерк общей теории занятости Дж. М. Кейнса	241
Buchbesprechung	269
Медицинское оборудование	271